

Dezember 2017
Décembre 2017



Arbeitsprogramm Agroscope Programme d'activité Agroscope 2018–2021



Impressum

Herausgeber:	Agroscope Schwarzenburgstrasse 161, 3003 Bern www.agroscope.ch

Auskünfte:	Christian Flury christian.flury@agroscope.admin.ch Denise Tschamper denise.tschamper@agroscope.admin.ch

Titelbild:	Gabriela Brändle, Agroscope

Download:	www.agroscope.ch/publikationen

Copyright:	© Agroscope 2017

Inhalt

Editorial	4
Übersicht Strategische Forschungsfelder und Projekte / Aperçu des Champs stratégiques de recherche et des projets	5
SFF 1 Multifunktionale Graslandnutzung und Viehhaltung optimieren und aufeinander abstimmen CSR 1 Optimisation de l'utilisation multifonctionnelle des surfaces herbagères et de l'élevage bovin et adaptation réciproque des deux systèmes	11
SFF 2 Ressourceneffiziente Anbaumethoden und -systeme für den Ackerbau und die Spezialkulturen entwickeln CSR 2 Développement de méthodes et de systèmes cultureux économes en ressources pour les grandes cultures et les cultures spéciales	45
SFF 3 Leistungs- und marktfähige Pflanzensorten züchten und anbieten CSR 3 Sélection et mise à disposition de plantes performantes et adaptées aux besoins du marché	99
SFF 4 Die Proteinversorgung von Mensch und Tier optimieren CSR 4 Optimisation de l'approvisionnement en protéines de l'homme et de l'animal	165
SFF 5 Nachhaltigen, risikoarmen Pflanzenschutz entwickeln CSR 5 Développement d'une protection phytosanitaire durable et à faible risques	177
SFF 6 Tiergerechte Haltung und Tiergesundheit stützen und fördern CSR 6 Soutien et promotion de la santé des animaux et d'une détention conforme à leurs besoins	275
SFF 7 Tiergenetik und Tierzucht für eine standortangepasste Nutztierhaltung einsetzen CSR 7 Génétique et sélection animales pour une détention et une production d'animaux de rente adaptées aux conditions du site	309
SFF 8 Die mikrobielle Biodiversität für die Land- und Ernährungswirtschaft nutzbar machen CSR 8 Exploitation du potentiel de la biodiversité microbienne pour l'agriculture et le secteur agroalimentaire	325
SFF 9 Für sichere Lebensmittel mikrobielle Risiken und Antibiotikaresistenz senken CSR 9 Réduction des risques microbiens et de la résistance aux antibiotiques pour des denrées alimentaires sûres	343
SFF 10 Qualität und Produktinnovation von Lebensmitteln fördern CSR 10 Promotion de la qualité des denrées alimentaires et de l'innovation en matière de produits	375
SFF 11 Produktionssysteme durch Smart Farming optimieren CSR 11 Optimisation des systèmes de production grâce à Smart Farming	415
SFF 12 Strategische Erfolgspositionen der Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft in offenen Märkten aufzeigen CSR 12 Mise en évidence des atouts stratégiques de l'agriculture et du secteur agroalimentaire suisses sur les marchés ouverts	445
SFF 13 Potenziale erkennen, um die Wettbewerbsfähigkeit der Landwirtschaftsbetriebe zu verbessern CSR 13 Identifier les potentiels pour améliorer la compétitivité à l'échelle de l'exploitation	459
SFF 14 Nachhaltigkeit und Ökoeffizienz der Landwirtschaft bewerten und Verbesserungsmöglichkeiten aufzeigen CSR 14 Evaluation de la durabilité et de l'écocoefficienc de l'agriculture et mise en évidence des possibilités d'amélioration	479
SFF 15 Den Boden schützen und standortgerecht nutzen CSR 15 Protection des sols et utilisation dans le respect du site	517
SFF 16 Vielfalt der Arten und Lebensräume der Agrarlandschaft fördern und nutzen CSR 16 Conservation et exploitation de la diversité des espèces et des habitats du paysage rural	547
SFF 17 Die Landwirtschaft für den Klimawandel fit machen und ihren Beitrag zum Klimawandel vermindern CSR 17 Adaptation de l'agriculture au changement climatique et réduction de son impact sur celui-ci	585

Herausforderung anpacken

Die Erwartungen an die anwendungsorientierte Forschung von Agroscope sind gross und vielschichtig, gilt es doch für die zahlreichen Akteure der Land- und Ernährungswirtschaft aktuelle Herausforderungen und Probleme zu lösen. Und diese Herausforderungen sind in den letzten Jahren nicht einfacher und nicht weniger, sondern vor allem auch komplexer geworden, wie die Analyse zeigt. Dass sich dabei Zielkonflikte auftun, liegt in der Natur der Sache. Der Anspruch an Agroscope besteht aber darin, Lösungen für eine nachhaltige Produktion zu erforschen, welche gleichzeitig dem Schutz von Mensch, Umwelt, Tier und Pflanze Rechnung tragen.

Mit der Formulierung von 17 strategischen Forschungsfeldern, welche die wichtigsten Herausforderungen der Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft umschreiben, haben wir den Rahmen abgesteckt, indem wir in den nächsten Jahren forschen werden. Ergänzt haben wir diese Sicht durch eine breit abgestützte Erhebung der Bedürfnisse bei unseren wichtigsten Kunden. Darauf aufbauend sind nun 117 Forschungsprojekte entstanden, die zahlreiche, konkrete Beiträge an diese Herausforderungen leisten.

Wir sind zuversichtlich, dass Agroscope mit dem neuen Arbeitsprogramm 2018–2021 zentrale Fragen der Land- und Ernährungswirtschaft weiterbringen können.



Michael Gysi, Chef Agroscope

Relever les défis

La recherche appliquée d'Agroscope doit satisfaire à des attentes importantes et variées, puisqu'il s'agit de répondre aux enjeux et de résoudre les problèmes actuels des nombreux acteurs de l'agriculture et de l'agroalimentaire. Et ces enjeux ne sont pas devenus plus simples et moins nombreux ces dernières années. Au contraire, ils sont surtout devenus plus complexes, comme le montre l'analyse. Il en résulte des conflits d'objectifs, ce qui est dans la nature des choses. La tâche d'Agroscope consiste à développer des solutions pour une production durable qui tiennent compte de la protection à la fois de l'homme, de l'environnement, des animaux et des végétaux.

Avec l'élaboration des 17 champs stratégiques de recherche qui reprennent les principaux enjeux de l'agriculture et de l'agroalimentaire suisses, nous avons fixé le cadre de nos recherches pour les années à venir. Nous avons complété cette vision par un relevé approfondi des besoins de nos principaux clients. Cette enquête nous a permis d'établir 117 projets de recherche qui fournissent des contributions concrètes et nombreuses en réponse aux défis actuels.

Nous sommes confiants qu'Agroscope, avec son nouveau programme d'activité 2018–2021, pourra faire progresser des questions centrales de l'agriculture et de l'agroalimentaire.



Michael Gysi, Chef Agroscope

Übersicht Strategische Forschungsfelder und Projekte / Aperçu des Champs stratégiques de recherche et des projets

Nr.	Forschungsfeld (SFF)	Verantwortliche Bereichsleiter/in
No.	Champs stratégiques de recherche (CSR)	Responsable de domaine de recherche
SFF 1	Multifunktionale Graslandnutzung und Viehhaltung optimieren und aufeinander abstimmen	Hans Dieter Hess
CSR 1	Optimisation de l'utilisation multifonctionnelle des surfaces herbagères et de l'élevage bovin et adaptation réciproque des deux systèmes	
	18.01.17.01.02 In grünlandbetonten Systemen die Effizienz von Milchkühen steigern	
	18.01.17.01.03 Production durable et efficiente de viande bovine de qualité	
	18.01.17.06.01 Qualitätssamenmischungen für Futterproduktion und Förderung der Biodiversität	
	18.01.17.06.02 Ökosystemleistungen von Grasland im Berggebiet	
	18.01.17.06.03 Outils intégrés pour une utilisation optimisée des herbages et des fourrages	
SFF 2	Ressourceneffiziente Anbaumethoden und -systeme für den Ackerbau und die Spezialkulturen entwickeln	Christoph Carlen
CSR 2	Développement de méthodes et de systèmes cultureux économes en ressources pour les grandes cultures et les cultures spéciales	
	18.02.12.02.01 Production durable de la pomme de terre	
	18.02.12.02.02 Oléagineux et protéagineux pour des systèmes de cultures plus performants	
	18.02.12.06.01 Produktionssysteme Obstbau: praxisnahe Forschung und Wissenstransfer	
	18.02.12.07.01 Herbizidreduktion im Gemüsebau durch den Einsatz von alternativen, innovativen und smarten Bekämpfungsmethoden	
	18.02.12.09.02 Nacherntequalität von Obst und Gemüse	
	18.02.15.01.01 Systèmes de grande culture durables et résilients	
	18.02.15.01.02 Nutrition écologiquement efficiente des plantes de grande culture	
	18.02.15.02.01 Amélioration de l'efficience en serre	
	18.02.15.03.01 Optimisation des techniques de production en cultures de baies	
	18.02.15.03.02 Optimisation des techniques de production des plantes médicinales et aromatiques	
	18.02.15.04.02 Conception et gestion efficiente du système de verger	
	18.02.15.05.01 Unkrautmanagement im Ackerbau	
	18.02.15.06.02 Développement de techniques culturales pour une gestion durable des ressources et une alimentation équilibrée de la vigne: incidences sur le comportement physiologique et la qualité des raisins et des vins	

Nr.	Forschungsfeld (SFF)	Verantwortliche Bereichsleiter/in
No.	Champs stratégiques de recherche (CSR)	Responsable de domaine de recherche
SFF 3 CSR 3	Leistungs- und marktfähige Pflanzensorten züchten und anbieten Sélection et mise à disposition de plantes performantes et adaptées aux besoins du marché	Michael Winzeler
	18.03.12.01.01 Hochwertiges, inländisches Saatgut für den Acker- und Futterbau	
	18.03.12.01.02 Hochwertiges Saatgut für den Handel aller Arten von Nutz- und Wildpflanzen	
	18.03.12.02.03 Evaluation des variétés de grande culture par des outils numériques	
	18.03.12.02.04 Amélioration de la qualité des plants de pomme de terre	
	18.03.12.02.05 Recherche variétale et techniques de production des céréales à paille	
	18.03.12.02.06 Sorten und Anbautechnik bei Mais und maisähnlichen Pflanzen	
	18.03.12.06.04 Sortenprüfung Kern- und Steinobst	
	18.03.14.01.01 Amélioration du blé et du soja, qualité et résistances, ressources génétiques	
	18.03.14.02.01 Apfelzüchtung und Genressourcen Obst	
	18.03.14.03.01 Züchtung von Futtergräsern und Kleearten für einen nachhaltigen Kunstfutterbau, speziell auch für den Biolandbau	
	18.03.14.04.01 Grundlagen und molekulare Methoden für die Pflanzenzüchtung	
	18.03.15.03.03 Sélection des plantes médicinales et aromatiques (PMA) en Suisse	
	18.03.15.04.01 Création de variétés d'abricots et de poires	
	18.03.15.06.01 Sélection et création variétale pour une viticulture durable	
	18.03.16.04.01 Conservatoire in vitro et identification variétale	
	18.03.16.06.03 Anerkennung/Zertifizierung von Obstgehölz und Reben mit der Produktion und Bereitstellung von Vorstufen-Edelreisern im Nuklearstock	
SFF 4 CSR 4	Die Proteinversorgung von Mensch und Tier optimieren Optimisation de l'approvisionnement en protéines de l'homme et de l'animal	Hans Dieter Hess
	18.04.13.06.01 Alternative Proteinquellen für den Menschen	
	18.04.17.02.02 Ressourceneffiziente Schweineproduktion	

Nr.	Forschungsfeld (SFF)	Verantwortliche Bereichsleiter/in
No.	Champs stratégiques de recherche (CSR)	Responsable de domaine de recherche
SFF 5 CSR 5	Nachhaltigen, risikoarmen Pflanzenschutz entwickeln Développement d'une protection phytosanitaire durable et à faible risques 18.05.12.03.01 Chemische Aspekte von Pflanzenschutzmitteln: Produktchemie, Umweltverhalten und Rückstände auf Lebensmitteln 18.05.12.04.01 Prüfung der Umweltrisiken von Pflanzenschutzmitteln 18.05.12.04.02 Prüfung der Wirkung und Analyse der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (PSM) 18.05.12.05.01 Agroscope Pflanzenschutzdienst & Vollzugsdiagnostik 18.05.12.06.02 Nachhaltige Regulierung von Schadarthropoden im Obstbau 18.05.12.07.01 Nachhaltige Bekämpfung von Virose, Phytoplasmen und Bakterien im Anbau von Gemüse, Beeren und anderen Spezialkulturen 18.05.12.07.02 Gemüse Beeren andere Kulturen Schädlinge 18.05.13.11.01 Methoden für die agronomische molekulare Diagnostik und Epidemiologie 18.05.16.01.01 Entwicklung neuer Strategien gegen Pilzkrankheiten im Obstbau 18.05.16.01.02 Direkte und zukunftsorientierte Massnahmen gegen Bakterien, Phytoplasmen und Viren im Obstbau 18.05.16.01.03 Integrierte Bekämpfung der Kirschessigfliege 18.05.16.03.01 Maladies fongiques en culture maraîchère, de petits fruits et de plante aromatiques et médicinales 18.05.16.04.01 Gestion raisonnée des traitements fongicides en viticulture 18.05.16.04.02 Modèles de prévision, outils d'aide à la décision et plateformes d'informations pour une lutte phytosanitaire durable 18.05.16.05.01 Nachhaltige Regulierung von Schädlingen im Ackerbau und Grasland 18.05.16.05.02 Nachhaltige Regulierung von Schadarthropoden im Rebbau 18.05.16.06.01 Protection durable contre les virus, bactéries et phytoplasmes en grandes cultures 18.05.16.06.02 Protection durable en viticulture contre les virus, bactéries et phytoplasmes 18.05.16.07.01 Vermeidung und biokompatible Bekämpfung von Pilzkrankheiten im Ackerbau	Alain Gaume
SFF 6 CSR 6	Tiergerechte Haltung und Tiergesundheit stützen und fördern Soutien et promotion de la santé des animaux et d'une détention conforme à leurs besoins 18.06.11.02.02 Haltung von Equiden in der Schweiz 18.06.11.02.03 Nutzung von Equiden in der Schweiz 18.06.17.01.01 Bedürfnis- und ressourcengerechte, nachhaltige Ernährung der Milchkuh 18.06.17.02.01 Mesures prophylactiques pour réduire l'utilisation d'antibiotiques dans l'élevage porcin 18.06.17.02.03 Hochfruchtbare Muttersauen in der Laktation 18.06.17.04.01 Grundlagen zur tiergerechten Haltung von Wiederkäuern und Schweinen 18.06.17.05.02 Abeille saine dans un environnement propice à son développement pour des produits apicoles de qualité et une pollinisation efficace	Hans Dieter Hess

Nr.	Forschungsfeld (SFF)	Verantwortliche Bereichsleiter/in
No.	Champs stratégiques de recherche (CSR)	Responsable de domaine de recherche
SFF 7	Tiergenetik und Tierzucht für eine standortangepasste Nutztierhaltung einsetzen	Hans Dieter Hess
CSR 7	Génétique et sélection animales pour une détention et une production d'animaux de rente adaptées aux conditions du site	
	18.07.11.02.01 Zucht von Equiden in der Schweiz 18.07.17.05.04 Génétique et sélection d'un abeille résistante aux agent pathogènes	
SFF 8	Die mikrobielle Biodiversität für die Land- und Ernährungswirtschaft nutzbar machen	Corinne Jud
CSR 8	Exploitation du potentiel de la biodiversité microbienne pour l'agriculture et le secteur agroalimentaire	
	18.08.13.10.01 Molekulare mikrobielle Ökologie in landwirtschaftlichen Systemen	
	18.08.13.11.02 Bioinformatikmethoden für eine gezielte Nutzung von Mikro-biomen	
	18.08.18.03.01 Nutzung der genetischen und metabolischen Vielfalt für fermentierte Lebensmittel	
SFF 9	Für sichere Lebensmittel mikrobielle Risiken und Antibiotikaresistenz senken	Fabian Wahl
CSR 9	Réduction des risques microbiens et de la résistance aux antibiotiques pour des denrées alimentaires sûres	
	18.09.11.01.01 Aliments pour animaux – Contrôle officiel	
	18.09.18.01.01 Elektronen-basierte Prozesstechnologie	
	18.09.18.01.02 Interaktion humanpathogener und antibiotikaresistenter Bakterien mit pflanzlichen Lebensmitteln	
	18.09.18.04.01 Erhöhung der Lebensmittelsicherheit von Milchprodukten durch Prävalenzstudien, Challenge-Tests, Referenzanalytik und Risikopriorisierung	
	18.09.18.04.02 Challenge-Tests zur Erhöhung der Lebensmittelsicherheit von Fleischerzeugnissen	
	18.09.18.07.01 Systemforschung zur Lebensmittelsicherheit und Resistom-entwicklung	
	18.09.18.07.02 Staphylococcus aureus, ein Problemkeim der Schweizer Milch-wirtschaft: Bekämpfung und neue Erkenntnisse	
SFF 10	Qualität und Produktinnovation von Lebensmitteln fördern	Fabian Wahl
CSR 10	Promotion de la qualité des denrées alimentaires et de l'innovation en matière de produits	
	18.10.12.09.01 Qualität pflanzlicher Produkte	
	18.10.15.07.01 Amélioration et analyse de la qualité des vins suisses	
	18.10.18.02.01 Mikrobielle Systeme in Käse	
	18.10.18.02.02 Optimierung der Käsequalität durch Praxisversuche und Wissenstransfer – Fachstelle IDF / Codex Alimentarius	
	18.10.18.03.02 Entwicklung von mikrobiellen Kulturen zur Förderung der Qualität, Sicherheit, Authentizität und Einzigartigkeit sowie zum Nachweis der Herkunft von Käse und weiteren fermentierten Lebensmitteln	
	18.10.18.03.03 Réguler le microbiome des denrées alimentaires par la bio-préservation	
	18.10.18.03.04 Produktion von mikrobiellen Kulturen	
	18.10.18.05.01 Verbesserung des Ernährungsprofils von Lebensmitteln durch Fermentation	
	18.10.18.06.02 Qualitätswahrnehmung von traditionellen und alternativen proteinhaltigen Lebensmitteln durch Schweizer Konsumenten	

Nr.	Forschungsfeld (SFF)	Verantwortliche Bereichsleiter/in
No.	Champs stratégiques de recherche (CSR)	Responsable de domaine de recherche
SFF 11 CSR 11	Produktionssysteme durch Smart Farming optimieren Optimisation des systèmes de production grâce à Smart Farming	Nadja El Benni
	18.11.15.02.02 Gestion des systèmes de culture en serre par contrôles non-destructifs	
	18.11.20.03.01 Arbeitswirtschaftliche Kennzahlen für die Bewertung von aktuellen Arbeits- und Produktionsverfahren und neuen Technologien	
	18.11.20.03.02 Digitalisierung der graslandbasierten Schweizer Milchproduktion – Nachhaltigkeit durch technologieoptimierte, smarte Milchproduktionssysteme	
	18.11.20.03.03 Grundlagen zur Bewertung der maschinellen Milchgewinnung 18.11.20.04.01 Module für die Umsetzung des Smart Farmings	
SFF 12 CSR 12	Strategische Erfolgspositionen der Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft in offenen Märkten aufzeigen Mise en évidence des atouts stratégiques de l'agriculture et du secteur agroalimentaire suisses sur les marchés ouverts	Nadja El Benni
	18.12.20.01.01 Weiterentwicklung von Agrarsektormodellen zur Nachhaltigkeitsbeurteilung des inländischen Angebots an Nahrungsmitteln	
	18.12.20.01.02 Analyse von Agrar- und Lebensmittelmärkten	
SFF 13 CSR 13	Potenztiale erkennen, um die Wettbewerbsfähigkeit der Landwirtschaftsbetriebe zu verbessern Identifier les potentiels pour améliorer la compétitivité à l'échelle de l'exploitation	Nadja El Benni
	18.13.12.06.03 Analyse und Bewertung der Rentabilität der Obst- und Gemüseproduktion	
	18.13.20.02.01 Zentrale Auswertung von Buchhaltungsdaten	
	18.13.20.02.02 Wirtschaftlichkeitsanalyse	
SFF 14 CSR 14	Nachhaltigkeit und Ökoeffizienz der Landwirtschaft bewerten und Verbesserungsmöglichkeiten aufzeigen Evaluation de la durabilité et de l'écoefficient de l'agriculture et mise en évidence des possibilités d'amélioration	Robert Baur
	18.14.13.09.01 Emissionen von Mikroverunreinigungen aus der Landwirtschaft in die Gewässer	
	18.14.17.01.04 Bewertung von Massnahmen zur Minderung von Ammoniakemissionen	
	18.14.19.02.01 Reduktion landwirtschaftlicher Stickstoff- und Phosphoreinträge in die Gewässer der Schweiz	
	18.14.19.02.02 Optimierung von Ressourcennutzung und Stoffflüssen in Agrarökosystemen	
	18.14.19.02.03 Zentrale Auswertung von Agrarumweltindikatoren	
	18.14.19.07.01 Weiterentwicklung der Ökobilanzmethode und Berechnungswerkzeuge SALCA und Anwendung auf aktuelle Forschungsfragen	
	18.14.19.07.02 Entwicklung von Methoden für die Bewertung der Nachhaltigkeit von Landwirtschaftsbetrieben	
	18.14.20.03.01 Bewertung von Standorten und Geruchsimmissionen aus der Nutztierhaltung	

Nr.	Forschungsfeld (SFF)	Verantwortliche Bereichsleiter/in
No.	Champs stratégiques de recherche (CSR)	Responsable de domaine de recherche
SFF 15 CSR 15	Den Boden schützen und standortgerecht nutzen Protection des sols et utilisation dans le respect du site	Robert Baur
	18.15.19.03.01 Wechselwirkungen zwischen Bodenstruktur und Bodennutzung sowie standortbezogene Folgen für Bodenqualität und Bodenfunktionen	
	18.15.19.04.01 Nationale Bodenbeobachtung NABO	
	18.15.19.05.01 Ökologisches Boden-Engineering – Bodenfunktionen besser nutzen	
	18.15.19.05.02 Bodenbiologie und Rhizosphärenmikrobiome	
	18.15.19.05.03 Wie beeinflussen Pflanzenschutzmittelrückstände die Bodenfruchtbarkeit und die Bodengesundheit?	
SFF 16 CSR 16	Vielfalt der Arten und Lebensräume der Agrarlandschaft fördern und nutzen Conservation et exploitation de la diversité des espèces et des habitats du paysage rural	Robert Baur
	18.16.19.06.01 Monitoring der Biodiversität in der Agrarlandschaft	
	18.16.19.06.02 Grundlagen und Massnahmen zur Erreichung der Umweltziele Landwirtschaft im Bereich Arten und Lebensräume	
	18.16.19.06.03 Landschaftsleistungen der Landwirtschaft erfassen und bewerten	
	18.16.19.06.04 Agrarökologische Systemforschung für die Reduktion von Pflanzenschutzmittelanwendungen im Ackerbau	
	18.16.19.06.05 Sicherung von Bestäubungsleistungen durch gezielte Förderung von Wild- und Honigbienen	
	18.16.19.08.01 Chancen und Risiken neuer Züchtungstechnologien für die funktionelle Biodiversität von Arthropoden	
	18.16.19.08.02 Natürliche Schädlingsregulation in Dauerkulturen	
SFF 17 CSR 17	Die Landwirtschaft für den Klimawandel fit machen und ihren Beitrag zum Klimawandel vermindern Adaptation de l'agriculture au changement climatique et réduction de son impact sur celui-ci	Robert Baur
	18.17.19.01.01 Klimarisiken für die Landwirtschaft und Möglichkeiten der Anpassung	
	18.17.19.01.02 Landwirtschaftliche Treibhausgas-Emissionen und Minderungsmöglichkeiten	
	18.17.19.01.03 CO ₂ -Quellen und Senken in landwirtschaftlichen Böden	
	18.17.19.07.04 Betrieblicher Klimaschutz und Ressourceneffizienz	



SFF 1

Multifunktionale Graslandnutzung und Viehhaltung optimieren und aufeinander abstimmen

AutorInnen	Willy Kessler, Hans Dieter Hess
Begleitende WissenschaftlerInnen	Andreas Lüscher
Verantwortliche/r BereichsleiterIn	Hans Dieter Hess
Research Peer	Andreas Lüscher

Zusammenfassung

Die Schweiz ist ein Grasland. Grasland-Viehhaltungs-Systeme vom Tal bis ins Alpgebiet sind die bedeutendste Produktionsgrundlage der Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft und ein prägendes Landschaftselement. Die Herausforderung für die Landwirtschaft besteht darin, diese Ressource effizient zu nutzen, so dass sie langfristig erhalten und gleichzeitig den steigenden Ansprüchen an die Nahrungsmittelversorgung und den vielfältigen Ansprüchen an die weiteren Ökosystemleistungen gerecht werden kann. Die graslandbasierte Futterproduktion und die Veredelung durch raufutterverzehrende Nutztiere werden optimiert und ideal aufeinander abgestimmt. Daraus resultiert eine standortangepasste, ressourceneffiziente Milch- und Fleischproduktion, die gleichzeitig vielfältige Ökosystemleistungen erbringt und sich an zukünftige Herausforderungen anpassen kann.

Ausgangslage und Hintergrund

Die Schweizer Landwirtschaft ist geprägt von Grasland. Graslandproduktionssysteme ermöglichen die Versorgung der Bevölkerung mit hochwertigen Proteinen aus Milch und Fleisch, welche auf der betriebseigenen Futtergrundlage günstig und umweltschonend zu erzeugen sind. Zusätzlich trägt das Grasland selber wesentlich zur Multifunktionalität und zur Nachhaltigkeit der Landwirtschaft bei. Der fortschreitende Struktur- und Klimawandel und veränderte wirtschaftliche Rahmenbedingungen stellen die Bewirtschaftung des Dauergraslandes laufend vor neue Herausforderungen.

Im Unterschied zu anderen Graswirtschaftsregionen in Europa, wie Norddeutschland, die Niederlande oder Irland, wo Wiesland, wenn es den Ansprüchen nicht mehr genügt, jeweils ganzflächig erneuert wird, handelt es sich beim Schweizer Grasland fast ausschliesslich um dauerhafte Pflanzenbestände, welche zu ihrer Erhaltung eine nachhaltige, den Bedingungen am Standort entsprechende Bewirtschaftung verlangen. Die vorhandene reiche Vielfalt an Wiesen und Weiden prägt unsere Kulturlandschaft, liefert den grössten Teil des Futters für das Raufutter verzehrende Vieh und bietet Lebensraum für eine artenreiche Flora und Fauna.

Graslandproduktionssysteme der Schweiz verfolgen das Ziel, standortgerecht und umweltschonend genügend Wiesenfutter zu erzeugen, das erlaubt, einen möglichst hohen Anteil der tierischen Leistung auf wirtschaftliche Weise mit betriebseigenem Futter zu produzieren (Leitbild für den schweizerischen Futterbau, AGFF 2008). Dabei wird ein Weg verfolgt, der für die Landwirtschaft, Umwelt und Gesellschaft unter gegebenen Rahmenbedingungen langfristig möglichst optimal ist. Folgende Aspekte stehen dabei im Vordergrund:

- Die Erzeugung und Verwertung des Wiesenfutters soll standortgerecht, umweltschonend und wirtschaftlich sein, und die tierischen Produkte sollen den Wünschen der Konsumenten entsprechen.
- Die Bewirtschaftung des Wieslandes hat je nach Wachstumsbedingungen am Standort und angestrebten Ökosystemleistungen differenziert zu erfolgen, damit die Pflanzenbestände in einer erwünschten Zusammensetzung stabil bleiben und der Futterbau die ökologischen und landschaftspflegerischen Aufgaben wahrnehmen kann.
- Aus betriebswirtschaftlichen und ökologischen Gründen ist ein hoher Anteil der tierischen Leistung aus dem Wiesenfutter anzustreben. Dies verlangt einen qualitativ hoch stehenden Futterbau, eine verlustarme Futterkonservierung und bedarfsgerechte Fütterung.
- Wir brauchen Wiederkäuer, die das betriebs- und landeseigene Futter, vor allem das Wiesenfutter, optimal veredeln. Aus futterbaulicher Sicht überschreitet eine Wiederkäuerherde eines Betriebes ihre Leistungsgrenze dann, wenn sie leistungsbedingt auf so viel betriebsfremdes Futter – vor allem Kraftfutter – angewiesen ist, dass mehr Pflanzennährstoffe in den Betriebskreislauf gelangen als ihn verlassen.
- Damit das Wiesland bedarfs- und umweltgerecht gedüngt werden kann, muss der Tierbesatz der Futterfläche angepasst sein und die Düngung sollte vorrangig mit Hofdüngern erfolgen (schliessen der Kreisläufe).
- Aus betriebswirtschaftlichen Gründen und für das Wohlbefinden der Tiere sollte möglichst viel geweidet werden.

- Für eine nachhaltige Bestandeslenkung und Unkrautregulierung verlangen Wiesen und Weiden eine den örtlichen Verhältnissen angepasste Nutzung, Düngung und Pflege.
- Vom Umbrechen von Naturwiesen ist abzusehen, da es weder pflanzenbaulich noch ökologisch sinnvoll ist.
- Auf Bergwiesen und Alpweiden ist es noch wichtiger, Bewirtschaftungsfehler zu vermeiden, da sie sich hier kaum mehr korrigieren lassen.
- Graslandssysteme tragen massgeblich zur attraktiven Kulturlandschaft bei und sind ein Schlüsselfaktor für ein gutes Image der Landwirtschaft in der Bevölkerung und eine erfolgreiche Tourismusindustrie.

Der Futterbau hat in der schweizerischen Landwirtschaft einen hohen Stellenwert. Dies ist das Resultat seiner sehr engen Beziehung mit der Tierhaltung, der Milchwirtschaft, dem Ackerbau, der Hofdüngewirtschaft, der Berglandwirtschaft sowie dem Natur- und Umweltschutz, der Kulturlandpflege, dem Tourismus und letztlich der gesamten Volkswirtschaft. Starke Abhängigkeiten verpflichten zu konstruktiver inter- und transdisziplinärer Zusammenarbeit mit dem Ziel, den vielseitigen Interessen von Landwirtschaft, Umweltschutz und jenen der Gesellschaft gerecht zu werden. Die Forschung im Rahmen des vorliegenden SFF trägt zu mehreren Stossrichtungen bei, welche zur Sicherung eines nachhaltigen, resilienten Agrar- und Ernährungssystems Schweiz in den nächsten Jahren zu verfolgen sind:

- **Sicherung der natürlichen Ressourcen:** Die natürlichen Ressourcen Boden, Luft, Wasser und Biodiversität schonen und möglichst effizient nutzen.
- **Verbessern der Ressourceneffizienz:** Steigern der graslandbasierten Produktion von Energie und Protein und effizienter Nutzung durch die raufutterverzehrenden Tiere bei minimaler Belastung der Umwelt. Betriebseigene Versorgung der Wiederkäuer mit Futterprotein und -energie sichern.
- **Emissionen und Immissionen reduzieren:** Graslandproduktionssysteme mit geschlossener Stoffkreisläufen anstreben.
- **Wettbewerbsfähigkeit verbessern:** Graslandssysteme entwickeln im Hinblick auf optimales Wiesenfutter, geeignete Nutztiere und Fütterungssysteme (inkl. Futterkonservierung) für eine wettbewerbsfähige graslandbasierte Produktion von qualitativ hochwertigen (bzgl. technischer Prozess- und innerer Qualität) Milch- und Fleischprodukten.
- **Systemische Risiken reduzieren und Anpassungsfähigkeit fördern:** Graslandssysteme an den Klimawandel anpassen (Adaptation) und gleichzeitig die mit der Nutzung verbundenen Treibhausgas-Emissionen reduzieren und Kohlenstoffspeicher schützen (Mitigation). Resistenz und Resilienz der Graslandssysteme verbessern.
- **Sozialverträglichkeit verbessern:** Möglichkeiten zur Arbeitserleichterung nutzen und Grundlagen erarbeiten zur ganzheitlichen Beurteilung von Produktionssystemen.
- **Gesellschaftliche Ansprüche berücksichtigen:** Raufutterbasierte Milch- und Fleischproduktionssysteme ökologisch und ökonomisch optimieren und Folgerungen für eine standortgerechte Fütterung und siedlungsgerechte Tierhaltungsanlagen ableiten.

Nationales und internationales Forschungsumfeld

Internationale Bedeutung der Grasland-Viehhaltungs-Systeme

Die Bedeutung von Grasland-Viehhaltungs-Systemen wird weltweit als absolut erstrangig eingestuft, sowohl für die menschliche Ernährung wie auch für die Umweltwirkungen über die biogeologischen Kreisläufe (Lemaire *et al.*, 2005; O'Mara, 2012; Taube *et al.*, 2013). Dies begründet sich einerseits aus der ausserordentlich grossen Fläche von Grasland, das 37 % der gesamten (d.h. nicht nur der landwirtschaftlichen) weltweiten Landfläche bedeckt (Love-land *et al.*, 2000) oder 39 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche der EU27 ausmacht (Huyghe *et al.*, 2014). Der weltweite Konsum von Rindfleisch ist zwar kleiner als derjenige von Schweine- und Pouletfleisch, da aber der Energiewert der erzeugten Milch alleine zwei Drittel des Energiewertes des Fleisches aller Tierkategorien zusammen beträgt (O'Mara, 2011) sticht die Bedeutung des Rindviehs (Milch und Fleisch) für die Ernährungssicherheit und -qualität klar heraus. Die Bedeutung des Graslandes für die biogeologischen Kreisläufe und damit für die Umweltwirkung (z.B. Klimawandel) ist zum Beispiel anhand der globalen Menge an Kohlenstoff ersichtlich, die in Graslandböden gespeichert ist. Diese beträgt 343 Gt C und ist damit 50 % grösser als die globale C-Menge, die in Waldböden gespeichert ist (FAO, 2010).

Wichtigste Herausforderungen an Grasland-Viehhaltungs-Systeme

Die Sicherung der Welternährung wird international als die dringendste Herausforderung der Landwirtschaft gesehen. Dies aufgrund der steigenden Weltbevölkerung mit einem mittleren Erwartungswert von 9.3 Mia um 2050 (UN, 2011). Die geforderte Produktionssteigerung von Grasland-Viehhaltungs-Systemen ist dabei grösser als der Anstieg der Weltbevölkerung. Dies begründet sich aus einem erwarteten Anstieg an Milch und Fleisch in der Ernährung der Weltbevölkerung (OECD/FAO, 2011). Andererseits hat die extreme produktionsorientierte Ausrichtung der Landwirtschaft der vergangenen Jahrzehnte zu bedeutenden Umweltproblemen geführt und andere Ökosystemleistungen als die Produktion von Nahrungsmitteln und damit die Multifunktionalität stark vernachlässigt (Huang *et al.*, 2015).

Diese Entwicklungen haben den Ruf nach einer «ökologischen Modernisierung der Landwirtschaft» bewirkt, die mehr Nahrungsmittel produzieren soll, während gleichzeitig die Multifunktionalität gefördert und Umweltbelastungen abgebaut werden sollen. Für die Erreichung dieser Zielsetzungen sind zwei Wege von Bedeutung (Horlings and Marsden, 2011): erstens die «ökologische Intensivierung» (Hochman *et al.*, 2011) bei der die Zielsetzung eine weiterhin technologisch geprägte Landwirtschaft ist, die technologische Hilfsmittel verbessert einsetzt; und zweitens die «(agro)biodiversitätsbasierte Landwirtschaft» (Duru *et al.*, 2015), bei der es das Ziel ist, standortangepasst die Ökosystemdienstleistungen und die Multifunktionalität durch den Einsatz von (Agro)biodiversität zu steigern. Ein wichtiges Element solcher Verbesserungen mit entsprechendem Forschungsbedarf sowohl in der Futterproduktion als auch in der -verwertung bietet der Einsatz von Leguminosen in Grasland-Viehhaltungs-Systemen, der viele Vorteile verspricht von der Futterqualität über das Düngereinsparungspotential bis hin zu C-Speicherung im Boden (Lüscher *et al.*, 2014). Entsprechend wird durch die CAP der EU (common agricultural policy) der Einsatz von Leguminosen stark gefördert und hat die FAO das Jahr 2016 zum Jahr der Leguminosen ausgerufen (mit einem Schwergewicht im Ackerbau) (FAO, 2016).

Die Forderungen mehr Leistungen mit weniger Ressourcen zu produzieren werden durch den erwarteten Klimawandel (IPCC, 2013) vor zusätzlich grosse Herausforderungen gestellt. Die vergrösserte Variabilität des Klimas mit häufigeren und stärkeren Trockenperioden (Seneviratne *et al.* 2012) dürfte die grösste Herausforderung darstellen. Dabei sind die Grasland-Viehhaltungs-Systeme in zweifacher Hinsicht gefordert. Es gilt den eigenen Beitrag zur Verursachung des Klimawandels zu reduzieren (Mitigation) als auch die Resistenz und Resilienz der Grasland-Viehhaltungs-Systeme gegenüber dem Klimawandel zu verbessern (Adaptation).

Situation in der Schweiz

In der Schweiz ist die Bedeutung der 740'000 ha Natur- und Kunstwiesen mit gut 70 % an der Landwirtschaftlichen Nutzfläche im europäischen Vergleich (EU27, 39 %) weit überdurchschnittlich (Huyghe *et al.*, 2014). Zusätzlich kommen noch 514'000 ha Sömmerungsweiden ausserhalb der Landwirtschaftlichen Nutzfläche (BFS, 2016) dazu. Am Produktionswert der Schweizer Landwirtschaft von insgesamt Fr. 10,8 Mia. machen die Produkte von Grasland-Viehhaltungs-Systemen knapp die Hälfte aus (Bauernverband, 2014), was ebenfalls zeigt, dass ihre Bedeutung sowohl im internationalen Vergleich der Grasland-Viehhaltungs-Systeme, als auch im nationalen Vergleich zu den anderen landwirtschaftlichen Produktionszweigen, heraussticht.

Die Bedeutung einer hervorragenden Qualität des graslandbasierten Futters ist in der Schweiz im internationalen Vergleich einzigartig hoch. Dies begründet sich auf dem jahrzehntelangen agrarpolitischen Ziel, Milch und Fleisch durch einen möglichst hohen Anteil an graslandbasiertem Futter höchster Qualität zu erzeugen, um dadurch möglichst wenig Kraftfutter einzusetzen, das die Nährstoffkreisläufe belastet und das Rindvieh zu einem Nahrungsmittelkonkurrenten für den Menschen macht. Dieses Ziel wurde mit der 2014 eingeführten GMF (graslandbasierte Milch und Fleischproduktion; DZV) weiter bestärkt.

Allgemein, aber ganz besonders in der Schweiz, erstrecken sich Grasland-Viehhaltungs-Systeme über eine immense Vielfalt von Standortbedingungen (Klimazonen, Bodentypen). Diese reichen von den fruchtbarsten Ackerböden (Kunstwiesen in der Fruchtfolge) über eine Vielzahl von Bedingungen unterhalb der Waldgrenze, die den Ackerbau unmöglich machen bis hin zu Flächen oberhalb der Waldgrenze. Je nach Standortbedingungen wachsen andere Pflanzenarten und sind die Reaktionen auf die Bewirtschaftung wie auch auf Umwelteinflüsse ganz unterschiedlich und können deshalb nicht von einem Standorttyp auf einen anderen übertragen werden. Diese grossen Unterschiede der Standortbedingung und des darauf produzierten Futters verlangen entsprechend angepasste Nutztiere.

Die drei wichtigsten Fragen, die sich national und international zur Thematik des SFF stellen, sind:

- Frage 1: Wie lassen sich die Ressourcen- und Umwelteffizienz von Grasland-Viehhaltungs-Systemen durch den optimalen Einsatz technologischer Hilfsmittel (ökologische Intensivierung) und gleichzeitigen gezielten Einsatz funktioneller Biodiversität (agrobiodiversitätsbasierte Landwirtschaft) weiter verbessern?
- Frage 2: Wie können Resistenz und Resilienz von Grasland-Viehhaltungs-Systemen gegenüber unerwünschten Einflüssen (Klimawandel, Über- oder Unternutzung, Einwanderung invasiver Arten) unter besonderer Berücksichtigung der stark unterschiedlichen Standortbedingungen weiter gesteigert werden?
- Frage 3: Wie sind Grasland-Viehhaltungs-Systeme zur Optimierung einer multifunktionalen Landnutzung zu gestalten, welche die gleichzeitige Optimierung mehrerer Ökosystemleistungen auf einzelnen Parzellen wie auch das Netzwerk verschiedener Parzellen, von denen jede standortangepasst unterschiedliche Ökosystemleistungen maximiert (abgestufte Bewirtschaftungsintensität mit angepassten Nutztieren), berücksichtigt?

Literatur

Bauernverband (2014) Statistische Erhebungen und Schätzungen über Landwirtschaft und Ernährung. SBV, Brugg.
 BFS (2016) <http://www.statistik.admin.ch>.
 Duru M. *et al.* (2015) *Agronomy for Sustainable Development* 35:1237–1257.
 FAO (2010) *Challenges and opportunities for carbon sequestration in grassland systems*. FAO, Rome.

- FAO (2016) International year of pulses. <http://www.fao.org/pulses-2016>
- Hochman Z. *et al.* (2011) *European Journal of Agronomy* doi:10.1016/j.eja.2011.11.003. Horlings L.G. and Marsden T.K. (2011) *Global Environmental Change* 21:441–452.
- Huang J. *et al.* (2015) *Journal of Environmental Management* 149:138–147.
- Huyghe *et al.* (2014) *Grassland and herbivore production in Europe and effects of common policies*. Edition Quae, pp 287.
- IPCC (2013) *Climate change 2013*. Cambridge University Press.
- Lemaire G. *et al.* (2005) *Agriculture Ecosystems and Environment* 108:99–108.
- Loveland T.R. *et al.* (2000) *International Journal of Remote Sensing* 21:1303–1330.
- Lüscher A. *et al.* (2014) *Grass and Forage Science* 69:206–228.
- O'Mara F.P. (2011) *Animal Feed Science and Technology* 166–167:7–15.
- O'Mara F.P. (2012) *Annals of Botany* 209:1–8.
- OECD/FAO (2011) *OECD-FAO Agricultural Outlook 2011–2020*. OECD Publishing and FAO. http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2011-en
- Seneviratne *et al.* (2012) in IPCC eds. *Field et al.* Cambridge University Press.
- Taube F. *et al.* (2013) *Grass and Forage Science* 69:2–16.
- UN (2011) *World population prospects*. <http://esa.un.org/unpd/wpp/index.htm>

Stellung und Positionierung von Agroscope im Forschungsfeld

Agroscope erforscht und entwickelt in enger nationaler und internationaler Zusammenarbeit mit Universitäten / Hochschulen, Fachhochschulen, landwirtschaftlichen Schulen, Beratungsinstitutionen, der Branche und Praxis ganzheitliche, anwendungsorientierte und partizipative Ansätze für standortgerechte Grasland-Bewirtschaftungssysteme für das Tal-, Berg- und Sömmerungsgebiet. Mit der Forschung und den Vollzugsaufgaben im Rahmen des SFF 1 «Multifunktionale Graslandnutzung und Viehhaltung optimieren und aufeinander abstimmen» profiliert und positioniert sich Agroscope klar und eindeutig als kompetenter Akteur und attraktiver Partner im Landwirtschaftlichen Innovations- und Wissenssystem (LIWIS) der Schweiz. Im Zentrum stehen wettbewerbsfähige, multifunktionale und umweltschonende Raufutterproduktionssysteme, die speziell an die Bedingungen und Bedürfnisse der Schweiz angepasst sind. Dezentrale Lokalisierung und hervorragende Infrastruktur an verschiedenen Standorten und in unterschiedlichen Höhenlagen bieten Agroscope einzigartige Voraussetzungen, nicht nur die Einflüsse von Umweltfaktoren (z. B. Trockenheit) auf die Produktionssysteme zu untersuchen, sondern auch die Wirkung der Produktion auf die Umwelt (Emissionen).

Die Forschung von Agroscope zeichnet sich aus durch anwendungsorientierte Grundlagenforschung entlang der ganzen Wertschöpfungskette, von der Züchtung von Futterpflanzen und der Entwicklung von Samenmischungen über die Graslandbewirtschaftung und Futterkonservierung bis hin zur Tierernährung und Qualität der tierischen Produkte und bildet damit eine ideale Brücke zwischen der grundlagenorientierten Forschung der Universitäten und den Entwicklungen der Industrie.

Die Erkenntnisse aus Forschung und Vollzugsaufgaben im Rahmen dieses SFF kommuniziert Agroscope an die landwirtschaftliche Praxis, aber auch an die politischen Entscheidungsträger und die Öffentlichkeit. Die enge Zusammenarbeit der Agroscope-Forschung mit der Branche und Industrie hat in diesem Forschungsgebiet (AGFF-Gütezeichen) internationalen Vorbildcharakter und findet neuerdings erste Nachahmer in anderen Ländern (ÖAF-Gütezeichen in Österreich, AEPF-Gütezeichen in Frankreich).

Dank internationaler Publikationen und wissenschaftlichem Achtungserfolg trägt die Graslandforschung von Agroscope sogar weltweit zu einer nachhaltigen landwirtschaftlichen Produktion bei. Durch mehrfache Beteiligung an EU-Projekten wie HealthyHay, LegumePlus, AnimalChange, MultiSward und COST-Aktionen ist der Kontakt zur internationalen Forschung hervorragend und die Erkenntnisse dieser interdisziplinären internationalen Forschungskonsortien sind dadurch direkt für die Schweiz verfügbar.

Mit der Vollzugsaufgabe «Sortenprüfung für 36 Futterpflanzenarten» und der darauf aufbauenden Mischungs-entwicklung leistet Agroscope in diesem SFF für das BLW und die Praxis zentrale Beiträge, die von keiner anderen Institution bearbeitet werden.

Der enge Bezug dieser Agroscope-Forschung und Entwicklung zur landwirtschaftlichen Produktion ist ein zentrales Element und ist gleichzeitig ein Unterscheidungsmerkmal zu anderen Forschungsinstitutionen, die weniger Produktionsaspekte untersuchen und die sich mehrheitlich auf weniger intensiv bewirtschaftete Graslandtypen konzentrieren.

Viele der Fragestellungen dieses SFFs verlangen Langzeitversuche, da die untersuchten Produktionssysteme nur langsam auf die Bewirtschaftungsverfahren reagieren. Hier hat Agroscope eine bedeutende Stärke im Vergleich zu universitären Forschungsinstituten, die aufgrund der kurzzeitigen Förderung von Projekten (typischerweise für drei Jahre, was maximal zweijährige Versuche zulässt) eingeschränkt sind.

- Die Reaktion der untersuchten Produktionssysteme auf Bewirtschaftungsverfahren und/oder Klimaänderung hängt ganz entscheidend von den heutigen Standortbedingungen und der heutigen Bewirtschaftungsintensität

ab. Da in den europäischen Ländern beide stark von den Verhältnissen in der Schweiz unterschiedlich sind, ist es wichtig, dass die Untersuchungen unter schweizerischen Bedingungen durchgeführt werden.

Wissenschaftliche Ziele und Forschungsfragen

Das vorliegende SFF sucht nach Möglichkeiten, die Ökosystemleistungen von Graslandproduktionssystemen bezüglich der Interessen der Landwirtschaft, Umwelt und Gesellschaft unter gegebenen Rahmenbedingungen langfristig zu optimieren. In diesem Bestreben stellen sich nachstehende Fragen zu mehreren Aspekten:

1. Allgemein. Wie kann/muss das Grasland der Schweiz unter sich ändernden Rahmenbedingungen bewirtschaftet werden, um die Produktion und weitere Ökosystemleistungen (Ecosystem Services) langfristig zu verbessern?
2. Wiesen und Weiden nachhaltig bewirtschaften und Futter effizient nutzen. Der Strukturwandel in der Landwirtschaft schreitet voran; immer weniger Betriebe bewirtschaften immer grössere Flächen. Wie sehen standortangepasste Strategien für eine nachhaltige Flächennutzung und Fütterung – insbesondere für das Berggebiet – aus?
3. Leistungsfähigkeit und Ökologie steigern. Welche Pflanzenarten ergänzen sich ideal, um hohe Erträge an hochwertigem Futter effizient und umweltfreundlich zu produzieren? Sind Mischbestände eine Anpassungsoption an die Klimaänderung? Wie können Unkrautprobleme vermieden und gelöst werden? Wie kann die Öko-Qualität der Wiesen verbessert werden?
4. Gezielte Nutzung von Pflanzeigenschaften und Inhaltsstoffen. Welches sind die besten Neuzüchtungen von Futterpflanzen (Ertrag, Futterqualität, Robustheit, Ausdauer) unter schweizerischen Standort- und Produktionsbedingungen? Wie können spezielle Pflanzenarten mit besonderen Inhaltsstoffen (z.B. kondensierte Tannine, Hochzuckersorten, Aromastoffe) gezielt genutzt werden um die Futterverwertung zu erhöhen, die Umweltauswirkungen zu verringern und/oder die Produktqualität zu verbessern? Wie können solche speziellen Pflanzenarten optimal angebaut werden?
5. Samenmischungen für vielfältige Ansprüche an den Kunstfutterbau. Kunstwiesen (Ansaatwiesen) sind ein wichtiges Glied in der Fruchtfolge der Futterbaubetriebe im Schweizer Ackerbauggebiet. Mit einer geeigneten Mischung lässt sich kostengünstig bestes Viehfutter erzeugen. Besonders interessant wird es für die Futterproduktion (Mehrertrag, gehaltvolleres, schmackhafteres Futter), aber auch für die Ökologie (reduzierter Stickstoffdüngereinsatz), wenn die verwendeten Pflanzenarten als Mischung angebaut werden. Wie sehen solche Mischungen aus und was leisten sie?
6. Nachhaltige Graslandproduktionssysteme. Wie steht es um die Nachhaltigkeit der Milch- und Fleischproduktionssysteme der Schweiz? Wie lässt sich diese allenfalls verbessern (inkl. Standortwahl von Betrieben)? Wie kann die produzierte Biomasse möglichst effizient und umweltschonend in Produkte umgewandelt werden, die vom Menschen verwertbar sind?
7. Inwertsetzung der Prozess- und Produktqualität. Durch welche spezifischen, am Markt gefragten Merkmale zeichnen sich Produkte aus einer standortangepassten und umweltfreundlichen Produktionsweise der schweizerischen Grasland-Viehhaltungs-Systeme aus?

Praktischer Nutzen der Aktivitäten im Forschungsfeld und wichtigste Outcomes

Von den Ökosystemleistungen der Graslandsysteme profitieren die Landwirtschaft, die Konsumenten, die Gesellschaft und schliesslich die gesamte Volkswirtschaft.

- a. Die Bewirtschaftung des Graslandes und Fütterung von Nutztieren sind die wichtigen Tätigkeiten für rund 80 % der Landwirtschaftsbetriebe in der Schweiz (AGFF, 2004). Das Forschungsfeld liefert Strategien für die Bewirtschaftung von Wiesen und Weiden sowie die Verwendung des Wiesenfutters in der Nutztierhaltung und generiert Erkenntnis-/Systemwissen (wissenschaftliche Publikationen, Ausbildungsunterlagen) und Handlungswissen (mündet in Beratungshilfsmitteln und praxisorientierten Publikationen). Es liefert dadurch einen entscheidenden Beitrag zur Förderung der Widerstandsfähigkeit (resilience) des Graslandsystems und zur effizienten Nutzung der Ressourcen (Biodiversität, Wasser, Nährstoffe). Handlungswissen fliesst u.a. in die problemspezifischen, lösungsorientierten Merkblätter der AGFF, die ‚Standardmischungen für den Futterbau‘, ‚Fütterungsempfehlungen und Nährwerttabellen für Wiederkäuer‘ oder die ‚Grundlagen für die Düngung‘.
- b. Aufgrund der grossen Flächenbedeutung und der aktuellen Ausrichtung der Agrarpolitik haben die politischen Entscheidungsträger ein bedeutendes Interesse an einer nachhaltigen Graslandbewirtschaftung. Die Bewertung der Ökosystemleistungen von Graslandsystemen und die Möglichkeit deren Beeinflussung sind zentral für die Ausgestaltung von Lenkungsmaßnahmen. Die Ausrichtung von Strukturverbesserungsgeldern für Anpassungen an den Klimawandel bedarf ebenfalls klarer Entscheidungskriterien und damit einer Bewertung der Ökosystemleistungen.
- c. Die Sortenprüfung im Rahmen der Sortenzulassung (Vollzugsaufgabe gem. Saat- und Pflanzgutverordnung, SR 916.151.1.) erfolgt mit der Prüfung von Futterpflanzensorten als erster Schritt bei der Entwicklung geeigneter Samenmischungen für den Kunstfutterbau. Der daraus entstehende ‚Nationale Sortenkatalog‘ bestimmt die Handelbarkeit von Saatgut in der Schweiz wie auch im ganzen europäischen Raum. Der Wissensgewinn zu Sor-

- ten von Futterpflanzen sowie zur Ökophysiologie von Mehrartenbeständen von Wiesen und Weiden zur Erhöhung der Ressourcen-Effizienz durch gezielte Nutzung der funktionellen Biodiversität.
- d. Erhebungen zum Futterwert von Wiesenfutter, Kenntnisse über die Futterverwertung und spezifische Fütterungsempfehlungen ermöglichen die bedarfsgerechte Fütterung der Nutztiere und tragen zur effizienten Nutzung der wichtigsten natürlichen Ressource der Schweiz bei.
 - e. Das Forschungsfeld fördert die Produktion von Milch und Rindfleisch höchster Qualität in Systemen welche das Tierwohl und die Umwelt respektieren. Nachhaltige Graslandnutzung und Fütterung reduzieren die Produktionskosten, die Abhängigkeiten und die Umweltbelastung.
 - f. Die ökologische Aufwertung auf dem Landwirtschaftsbetrieb sowie hochwertige Lebensmittel sind klare Bedürfnisse der Öffentlichkeit. Das Forschungsfeld stiftet Nutzen zu beiden Aspekten.
 - g. Das Forschungsfeld erweitert das Wissen zur Ökologie und zur Bewirtschaftung von Graslandökosystemen für die Forschergemeinschaft, eine wichtige Voraussetzung für erfolgreiche nationale und internationale Vernetzung und Zusammenarbeit.
 - h. Über ausserordentlich grosse Beiträge der Forschenden dieses Forschungsfeldes in der Ausbildung junger Fachkräfte (ETH-Agronomie, ETH-Umweltwissenschaften, Fachhochschulen und Berufsschulen) leistet das Tätigkeitsfeld einen wichtigen Beitrag für die Fachkompetenz und die Weitergabe des Wissens in die Zukunft.

Was ist neu im Forschungsfeld?

Sowohl die Anforderungen an die Produktion wie auch der Klimawandel schreiten voran. Das Bedürfnis nach technischem Fortschritt und die Frage nach der Reaktion der Graslandvegetation auf laufend neue Einflüsse der Technik und Umwelt werden weiter an Bedeutung gewinnen. Graslandproduktionssysteme sind bezüglich Produktion und Umweltwirkung weiterzuentwickeln und ihre Ökosystemleistung in Anbetracht der künftigen Herausforderungen der Land- und Ernährungswirtschaft weiter zu verbessern.

Eine Steigerung der Ökosystemleistung von Graslandproduktionssystemen setzt die Kenntnis der aktuell erbrachten Leistung und des ungenutzten Potenzials voraus. Das heutige Wissen dazu ist sehr lückenhaft. Im Rahmen des vorliegenden SFF werden Grundlagen und Hilfsmittel erarbeitet, um das Potenzial des Graslandes und von Graslandproduktionssystemen differenziert nach Standort, Regionen, Höhenlage und Tierkategorien zu ermitteln und schliesslich gezielt zu nutzen. Die Schaffung von entsprechenden Datengrundlagen wird es ermöglichen, spezifische Bewirtschaftungsstrategien für Graslandbetriebe zu erarbeiten, welche auf die vorhandene Vielfalt an Wiesentypen von unterschiedlicher agronomischer und ökologischer Qualität und insbesondere auch auf Standorte mit Nutzungseinschränkungen Rücksicht nehmen.

Zahlreiche neue und weiterentwickelte Massnahmen im Sinne der ökologischen Intensivierung werden massgeblich zur Steigerung der Ökosystemleistung von Graslandproduktionssystemen beitragen. Dazu gehören beispielsweise die Entwicklung von neuen, effizienteren Futterbaumischungen, etwa für neue Bedürfnisse und Wachstumsbedingungen oder für noch besseres Futter und effizientere Ressourcennutzung. Aber auch die Entwicklung neuer Techniken und Methoden zur Weidenutzung, gezielten Düngung, Unkrautregulierung, Futterkonservierung bzw. Beurteilung des Futterwertes, auch Prognosemodelle und Messtechnik zur Unterstützung der Graslandbewirtschaftung, Fütterung der Nutztiere und des Betriebsmanagements werden dazu beitragen.

Die Steigerung der Ökosystemleistung von Graslandproduktionssystemen bedingt neben disziplinären auch interdisziplinäre und transdisziplinäre, und vermehrt auch partizipative Forschungsansätze. Neues system- sowie prozessorientiertes Erkenntniswissen und daraus abgeleitetes Handlungswissen werden dazu beitragen, die Graslandproduktionssysteme in ihrer Komplexität und die Beziehungen und Abhängigkeiten zwischen Boden, Pflanze, Tier, Umwelt und Gesellschaft noch besser zu verstehen. Letztendlich werden die Ökosystemleistungen von Graslandsystemen durch gezielte Anpassung der landwirtschaftlichen Praxis gesteigert.

Positionierung des SFF im Dreieck «Markt für Primärprodukte», «Betrieb» und «Ressourcen für die Produktion»

Die Erkenntnisse des Forschungsfeldes kommen sowohl der Produktion (Betrieb), der Umwelt (Ressourcen für Produktion) als auch dem Konsum (Markt für Primärprodukte) zugute. Es positioniert sich deshalb in der Mitte dieses Dreiecks

Inhaltliche Schnittstellen zu den weiteren Forschungsfeldern

- **SFF 16** «Vielfalt der Arten und Lebensräume der Agrarlandschaft fördern und nutzen»: Das vorliegende SFF 1 kann mit den Erkenntnissen aus den Graslandsystemen wesentlich zu den im SFF 16 verfolgten Stossrichtungen beitragen (Sicherung eines nachhaltigen, resilienten Agrar- und Ernährungssystems Schweiz; Natürliche Ressourcen als Grundlage für die Produktion sichern; Erbringung der Ökosystemdienstleistungen sichern; Wettbewerbsfähigkeit durch nachfrage-orientierte Inwertsetzung der Qualität verbessern; eine sichere und gesunde Ernährung gewährleisten)

- **SFF 14** «Nachhaltigkeit und Ökoeffizienz der Landwirtschaft bewerten und Verbesserungsmöglichkeiten aufzeigen» befasst sich ebenfalls mit Fragen der Nährstoff- und Energieeffizienz, wobei der Fokus dort auf Exaktmessungen von Stoff- und Energieflüssen einerseits und Modellierung von Szenarien andererseits sowie auf der Nachhaltigkeitsbeurteilung liegt.
- **SFF 17** «Die Landwirtschaft für den Klimawandel fit machen und ihren Beitrag zum Klimawandel vermindern» erarbeitet für das vorliegende Forschungsfeld wichtige Prognosen (auch basierend auf Grundlagen aus diesem SFF) betreffend zu erwartender direkter (speziell durch Extremereignisse) und indirekter (u.a. Schädlinge, Pflanzenkrankheiten, invasive Arten, Verlust der Bodenfruchtbarkeit etc.) Risiken in der Pflanzen- und Tierproduktion und liefert deshalb wichtige Hinweise für zu erarbeitende Anpassungsstrategien. Zudem sind Angaben zu Veränderungen der Anbaueignung heute angebaute Nutzpflanzenarten und -sorten und neuen Potenzialen zu erwarten.
- **SFF 2** «Ressourceneffiziente Anbaumethoden und -systeme für den Ackerbau und die Spezialkulturen entwickeln» befasst sich u.a. mit der Frage angepasster Fruchtfolgen, Bodenbedeckung, neue Zwischenkulturen zur Stabilisierung oder Steigerung der Erträge und Verbesserung der Ressourceneffizienz und Verminderung des Hilfsstoffeinsatzes (u.a. Dünger, Pflanzenschutzmittel). Hierzu können die im vorliegenden SFF entwickelten Samenmischungen für Kunstwiesen einen wertvollen Beitrag leisten.
- **SFF 6** «Tiergerechte Haltung und Tiergesundheit stützen und fördern» erforscht die Effizienz und Wirtschaftlichkeit der Haltung und Fütterung von Nutztieren. Das vorliegende SFF wird mit Erkenntnissen zur optimalen Graslandnutzung und der Entwicklung von Fütterungsempfehlungen für Wiederkäuer wertvolle Beiträge liefern können.
- **SFF 7** «Tiergenetik und Tierzucht für eine standortangepasste Nutztierhaltung einsetzen» hat zwar eine effizientere Nutzung der verfügbaren Ressourcen zum Ziel. Der Fokus liegt aber primär bei einem besseren Verständnis der genetischen, genomischen und metabolischen Zusammenhänge im Tier und bei der Verbesserung der Selektion zur Optimierung von Nutztierpopulationen.
- **SFF 4** «Die Proteinversorgung von Mensch und Tier optimieren» nimmt sich u.a. der Steigerung der Produktion und Verwertung von Protein für Mensch und Tier bei minimaler Belastung der Umwelt an. In Wiederkäuersystemen (Graslandsystemen), wo das Wiesenfutter gewöhnlich einen Proteinüberschuss aufweist, stellt sich die Problematik der Proteinversorgung nicht gleich wie beispielsweise in Geflügel- und Schweineproduktionsbetrieben. Das vorliegende SFF strebt zwar ebenfalls eine Futterautonomie für Eiweiss an, sieht die Lösung aber in erster Linie in der geschickten Wahl der Kunstwiesenmischung, Beeinflussung des Proteingehaltes durch gezielte Bewirtschaftung und vor allem durch die Haltung geeigneter Nutztiere für eine effiziente und umweltschonende Verwertung des Wiesenfutters.
- **SFF 10** «Qualität und Produktinnovation von Lebensmitteln fördern» kann vom SFF 1 «Multifunktionale Graslandnutzung und Viehhaltung optimieren und aufeinander abstimmen» profitieren, indem dieses Vermarktungsargumente im Sinne von Alleinstellungsmerkmalen für Produkte aus nachhaltig produzierenden Schweizer Graslandsystemen zur Abgrenzung vom internationalen Massenmarkt liefert.

Bestehende und neu geplante Zusammenarbeiten mit anderen Forschungsinstitutionen

National

- ETH Zürich: Profs. N. Buchmann, M. Kreuzer, E. Frossard, B. Studer, R. Finger, A. Walther, P. Edwards, S. Ulbrich
- HAFL: Profs. S. Probst, B. Reidy
- FiBL: PD Dr. E. Bünemann-König
- ZHAW: Prof. J. Boos
- Universität Bern: Prof. R. Arlettaz
- Universität Basel: Profs. A. Kahmen, J. Stöcklin
- EPFL Lausanne: Prof. A. Buttler
- Universität Lausanne: Prof. P. Vittoz
- HEPIA: Prof. P. Prunier
- Universität Bern, Vetsuisse: Prof. R.M. Bruckmaier (Projekte Wohlbefinden und Stoffwechsel von Milchkühen in grasbasierenden Fütterungssystemen) Qualitas AG, Zug, Dr. B. Gredler, Dr. B. Pabst (Projekte MethaGENE plus, Verzehrsschätzung)
- Engagement/Vernetzung innerhalb der Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaues AGFF

International

- Universität Freiburg (DE): Prof. M. Scherer-Lorenzen
- Universität Turku (FR): Prof. J.P. Salminen
- Universität Reading (GB): Prof. I. Mueller-Harvey
- INRA (FR): Prof. J.F. Soussana, Dr. R. Sabatier (Paris); Prof. S. Plantureux (Nancy); Dr. C. Picon-Cochard (Clermont-Ferrand); Dr. I. Litrico, Dr. F. Castal (Lusignan); Dr. J.-L. Peyraud, Dr. L. Delaby (Renne); Dr. B. Dumont, Dr. V. Niderkorn (Saint-Genès Champanelle)
- Teagasc (IE): Dr. J. Finn, Dr. N. Hoekstra, Dr. A. Black

- University College Dublin (IE): Prof. J. Connolly
- University of Lleida (ES): Prof. M.T. Sebastià
- Universität Kiel (DE): Prof. F. Taube, Dr. R. Loges
- Agriculture University of Iceland, Reykjavik (IS): Prof. A. Helgadóttir, Dr. S. Dalmannsdóttir
- Agriculture and Agri-Food Canada, Québec (CA): Dr. G. Bélanger
- IBERS, Aberystwyth University (GB): Dr. R. Collins
- University Wageningen (NL): Dr. A. Elgersma
- Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala (SE): Prof. B.E. Frankow-Lindberg
- Poznan University of Life Sciences, Poznan (PL): Prof. P. Golinski, Dr. B. Golinska
- University of Toulouse (FR): Dr. P. Grieu
- NIBIO, Norwegian Institute of Bioeconomy Research (NO): Dr. M. Höglind, Dr. M. Jorgensen
- Universität Hohenheim (DE): Profs. C. Cadisch, Prof. F. Rasche, Dr. U. Thumm
- Universität Bonn (DE): Institut für Tierwissenschaften Abteilung Tierernährung, Prof. Dr. Karl-Heinz Südekum: Effiziente Verwertung von Wiesenfutter durch weidenden Kühe (Ergänzungsfütterung, Futterauswahl Fressverhalten, Proteinfraktionen in Raufutter)
- Gras- und Klee-Züchter aus der ganzen Welt
- Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein (AT): Prof. E. Pötsch, Dr. W. Starz
- Universität Torino IT: Prof. G. Lombardi
- Institut de l'Elevage F: P.-E. Belot
- Université de Franche Comté F: Prof. F. Gillet
- Leibniz-Institut für Nutztierbiologie, Dummerstorf (DE), Dr. C.C. Metges, (Schätzung des Energiebedarfs bei weidenden Kühen)
- Università di Sassari (I), Dipartimento di Agraria, Sezione di Scienze Zootecniche, Prof. G. Battacone (Zusammenarbeit in Versuchen mit Tanninen u.a. Analyse MilCHFettsäurenmuster)
- Engagement/Vernetzung innerhalb der European Grassland Federation EGF
- Engagement/Vernetzung innerhalb FAO-CIHEAM Mountain pastures sub-network



Projekte des SFF 1:
Multifunktionale Graslandnutzung und Viehhaltung optimieren und aufeinander abstimmen

Projets du CSR 1:
Optimisation de l'utilisation multifonctionnelle des surfaces herbagères et de l'élevage bovin et adaptation réciproque des deux systèmes

18.01.17.01.02	In grünlandbetonten Systemen die Effizienz von Milchkühen steigern
18.01.17.01.03	Production durable et efficiente de viande bovine de qualité
18.01.17.06.01	Qualitätssamenmischungen für Futterproduktion und Förderung der Biodiversität
18.01.17.06.02	Ökosystemleistungen von Grasland im Berggebiet
18.01.17.06.03	Outils intégrés pour une utilisation optimisée des herbages et des fourrages



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.01.17.01.02

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Effizientes_Rindvieh

Nr. Bereich.

17

Produktionssystem Tier und Tiergesundheit

Nr. Gruppe

17.1

Wiederkäuer

Projektleitung/Stellvertretung

Fredy Schori / Andreas Münger

Projektdauer

4 Jahre

Projektstart

2018

Projektende

2021

Projekt

Total Arbeits- tage ohne Drittmittel	2320
Beitrag zu SFF	1
Beitrag zu weitem SFF	4, 6, 7, 11

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	2.6; 2.26, 2.31, 2.72, 2.88, 2.100, 9.15, 9.16, 9.27, 9.29, 16.12, 16.30, 16.31, 16.44, 16.56, 16.61, 16.63, 17.6, 17.46, 17.47, 17.8, 18.3, 18.14, 18.47, 18.156, 20.6, 20.8, 20.9, 20.10, 20.15, 20.20, 20.22, 20.33, 20.83, 22.10, 23.68, 23.125, 23.158, 23.159, 23.164, 23.170, 23.171, 23.178, 23.188, 23.212, 23.213, 23.215, 26.5, 28.88
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

In grünlandbetonten Systemen die Effizienz von Milchkühen steigern

In grünlandbetonten Systemen die Effizienz von Milchkühen steigern

Improve the efficiency of dairy cows in grassland based systems

Efficiency, feed intake, dairy cow, grassland based systems

Ausgangslage und Problemstellung

Die steigende Nachfrage nach Nahrungsmitteln, die Abnahme an landwirtschaftlicher Nutzfläche (LN) und Sömmerungsflächen, die limitierten Ressourcen und das Erreichen der Klimaziele der Landwirtschaft bedingen eine Effizienzsteigerung auf allen Stufen. Eine weitere Herausforderung bezüglich Ernährungssicherheit in der Schweiz, aber auch in Europa, besteht in der Abhängigkeit von Futter- und Lebensmittelimporten. Gemäss der Vereinigung Schweizerischer Futtermittelfabrikanten (VSF, 2016) betragen die jährlichen Futtermittelimporte zirka 1 Mio. t, aufgeteilt auf 455'000 t pflanzliche Eiweisse und 550'000 t Futtergetreide. In die Rindviehhaltung fliessen gemäss dem Schweizer Bauernverband (2011) 1/3 der Kraftfutterkomponenten, 32 % der Energieträger und 39 % der Eiweissfuttermittel. Die effiziente Verwertung von Grünlandaufwüchsen (70% der LN Grasland plus 0.5 Mio. ha Sömmerungsflächen) durch das Rindvieh (1.5 Mio.) spielt eine massgebende Rolle zur Gewährleistung der Ernährungssicherheit der Schweiz. Ein zusätzlicher Vorteil von weide- bzw. grünlandbetonten Milch- und Fleischproduktionssystemen kann der reduzierte Einsatz von Lebensmitteln (Getreide und pflanzliche Eiweisse) in der Tierernährung sein. (Wilkinson, 2011).

Die nachfolgenden Ansätze können die Effizienz weide- bzw. raufutterbetonter Fütterungssysteme erhöhen und gleichzeitig auch deren unerwünschte Auswirkungen auf die Umwelt reduzieren:

Erstens (1) besteht immer noch ein beträchtliches Verbesserungspotenzial betreffend der Weideführung auf Praxisbetrieben. Ein hoher Nutzungsgrad der vorhandenen Biomasse auf den Weiden ist erstrebenswert, weil dadurch der wirtschaftliche Ertrag des Betriebes verbessert wird (Shalloo et al. 2009) und die Milchleistung pro Fläche ansteigt

(McCarthy et al. 2011, Schori 2009). Unter anderem sind Kenntnisse über die aktuelle, individuelle Futteraufnahme der Milchkühe von Nutzen, um die Weideführung zu verbessern. Denkbar zur Schätzung der Futteraufnahme wären Ansätze über Verhaltensmerkmale (Rombach et al. 2016, Van Reenen et al. 2016), Nahinfrarot (NIR) Spektren von Milch und Kot (McParland and Berry 2016, Decruyenaere et al. 2012) oder z.B. auch Durchlaufwaagen.

Zweitens (2) fehlt zurzeit in der Milchviehzucht die Berücksichtigung der Futterverwertung, obwohl bekannt ist, dass die Variabilität der Effizienz innerhalb der Milchkuhpopulation beträchtlich ist, sei dies bezüglich Energie (Phuong et al. 2013), Stickstoff (Phuong, et al. 2013, Bracher et al. 2012)), Wärmeproduktion (Thanner et al. 2014) oder der Kraffutterverwertung (Heublein et al. 2017, Horan et al. 2005). Das Fehlen der Futterverwertung in der Selektion von Milchkühen wird begründet u.a. mit dem Mangel an individuellen Angaben zur Futteraufnahme aus der landwirtschaftlichen Praxis. Allerdings könnten auch andere Merkmale für die Zucht auf effizientere Tiere herangezogen werden. Die Differenz des N-Isotopenverhältnis der Milch bzw. des Blutes zu dem des Futters (Cantalapiedra-Hijar et al. 2015, Cheng et al. 2014) oder auch die NIR Spektren im Kot oder in der Milch (Decruyenaere et al. 2012, McParland and Berry, 2016) wären erfolgversprechende Ansätze.

Drittens (3): Obwohl Fleckviehkühe bezüglich der Milchproduktion pro Einheit Körpergewicht schlechter abschnitten als schweizerische und neuseeländische Holsteinkühe, wären diese dennoch interessant, weil sie eine bessere Fruchtbarkeit aufwiesen (Piccand et al. 2013) und der Muskelausatz sowie die Futteraufnahme bei der Effizienzberechnung auch berücksichtigt werden müssten. Ausserdem befürwortet die Gesellschaft der Tierärzte (2015) die Förderung von Zweinutzungsrassen, da die sinnvolle Verwendung der männlichen Kälber besser gewährleistet wäre

Ziele und Forschungsfragen

Folgende Ziele werden im Projekt verfolgt:

1. Da zur Berechnung von Effizienzmerkmalen Kenntnisse zur Futter- bzw. Nährstoffaufnahme notwendig sind, werden einfache und praxistaugliche Methoden zur Schätzung der aktuellen, individuellen Futteraufnahme von Milchkühen entwickelt.
2. Zur Beurteilung der Effizienz des Einzeltieres, was für die Zucht von Bedeutung ist, wird die Tauglichkeit verschiedener Ansätze geprüft.
3. Die Streuung diverser Effizienzmerkmale innerhalb verschiedenen Kuhtypen wird aufgezeigt und somit das Potenzial für die Zucht auf Effizienz dargestellt.
4. Die Effizienz von milchbetonten Zweinutzungskühen ist für weide- bzw. raufutterbetonte Produktionssystemen dokumentiert. Die Unterschiede zwischen den beiden Kuhtypen sollen monetär quantifiziert werden.

Dabei werden Antworten auf folgende offene Fragen gesucht:

1. Welcher Ansatz ist erfolgversprechend zur Schätzung der aktuellen, individuellen Futteraufnahme von weidenden Milchkühen in der Praxis und wie genau sind diese Ansätze?
2. Welche Ansätze sind erfolgversprechend zur Beurteilung der Effizienz von Milchkühen? Welche Indikatoren können für die Effizienz von Milchkühen herangezogen werden? Wie genau sind diese? Gibt es Biomarker, die in einem frühen Stadium etwas über die Langlebigkeit oder konkreter über die Widerstandskraft gegenüber Belastungen des Stoffwechsels von Milchkühen aussagen? Können die Effizienzmerkmale als Selektionsmerkmale in der Milchviehzucht eingesetzt werden?
3. Wie gross ist die Streuung ausgewählter Effizienzmerkmale innerhalb der Kuhspopulation?
4. Wie effizient sind milchbetonte Zweinutzungskühe im Vergleich zu sehr milchbetonten Milchkühen?

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 1 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Verfahren zur Schätzung der aktuellen, individuellen Futteraufnahme von weidenden Milchkühen (Input) sind bekannt. Verfahren oder Technologie zur Erkennung von effizienten und nicht nur leistungsstarken Milchkühen sind untersucht. Bewertung von Effizienzmerkmalen bzw. Verfahren zur Effizienzbeurteilung ist vorgenommen. Leistungsgrenzen in grünlandbetonten Produktionssystemen und in Abhängigkeit des Tiertyps sind bekannt. Grundlagen zur Verbesserung der Ressourceneffizienz werden geliefert.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 4: Steigerung der N-Effizienz in grünlandbetonten Fütterungssystemen durch das Erkennen von N-effizienten Milchkühen sowie durch das Entwickeln und Prüfen von Verfahren zur Erkennung von N-effizienten Milchkühen wird angestrebt.

zu SFF Nr. 7: Bereitstellung von Indikatoren oder Effizienzmerkmalen für effiziente Milchkühe in grünlandbetonten Fütterungssystemen ist vorgesehen.

zu SFF Nr. 11: Testen von neuen Technologien zur Schätzung der aktuellen, individuellen Futteraufnahme auf der Weide ist geplant.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Ein Teil der Untersuchungen werden auf einem zertifizierten Biobetrieb durchgeführt. Die eingangs erwähnten Herausforderungen, wie die zunehmende Nachfrage nach Nahrungsmitteln, die Abnahme an LN, die limitierten Ressourcen, die Abhängigkeit von importierten Futtermitteln und das Erreichen der Klimaziele betreffen auch den biologischen Landbau. Die gewählten Lösungsansätze (Erkennen und Selektion von effizienten Tieren unter weide- und grünlandbetonten Bedingungen) sind auch umsetzbar im Biolandbau und tragen zur Effizienzsteigerung der Milchproduktion unter Bedingungen des biologischen Landbaus bei. Weiter wird die Abhängigkeit von Kraftfutterkomponenten (Protein und Energie) reduziert.

Material und Methoden (grob skizziert)

Voraussichtlich werden zwei Versuche auf dem Biobetrieb Schulbauernhof Sorens (Kanton Freiburg) stattfinden. In beiden Versuchen besteht die Winterfütterung aus Heu, Emd und Kraftfutter (zirka 300 kg pro Kuh und Laktation). Während der Vegetationsperiode wird nach angemessener Übergangsphase Vollweide (Umtriebsweide) praktiziert.

In einem ersten Versuch stehen Kuhpaare der Rassen Holstein und Swiss Fleckvieh zur Verfügung. Die Swiss Fleckviehkühe wurden als Kalb zugekauft und auf dem Biobetrieb aufgezogen. Holsteinkühe werden seit jeher auf dem Betrieb gehalten und selber remontiert. Die Versuchskühe kalben zwischen Januar und April 2018 ab. Anhand des Abkalbezeitpunktes und der Laktationsnummer werden Holstein-Fleckvieh Paare gebildet. Folgende Merkmale werden im Versuch erhoben:

Die Nährstoffgehalte und -werte der Raufutter, Kraftfutter und der Mineralstoffmischungen werden über die ganze Laktation (305 Tage) wiederholt analysiert bzw. berechnet. Diese Angaben dienen zur Berechnung der Nährstoffeffizienz, aber auch zur Beschreibung der Versuchsbedingungen.

Während der Vegetationsperiode wird ein Weideprotokoll geführt, wo die Parzellennummer, die Anzahl weidender Kühe, die Wuchshöhe beim Bestossen und Verlassen der Parzelle sowie der Nutzungszeitpunkt notiert werden.

An zwei Zeitpunkten während der Vegetationsperiode (voraussichtlich Juni und September 2018) wird die Futteraufnahme der Milchkühe mit der Doppelmarkermethode mit *n*-Alkanen (Thanner *et al.*, 2014a) gemessen. Der Verzehr an Kraftfutter wird über die Kraftfutterstationen erfasst.

Das Fress- und Wiederkauverhalten wird gleichzeitig mit der Messung der Futteraufnahme erhoben. Das RumiWatch System (Itin und Hoch GmbH, Liestal, Schweiz) wird eingesetzt, da dieses System viele Merkmale des Fress- und Wiederkauverhalten erfasst und in vergangenen Versuchen zur Verzehrschätzung herangezogen wurde (Rombach *et al.*, 2016). Daneben werden auch Geräte (die Auswahl ist noch nicht abgeschlossen), die auf landwirtschaftlichen Praxisbetrieben meist für die Brunsterkennung eingesetzt werden oder für den Einsatz in der breiten Praxis vorgesehen sind, verwendet. Diese Geräte werden auf das Potenzial getestet, aus ihren Aufzeichnungen die Futteraufnahme hinreichend genau abzuleiten.

Die Milchleistung (Flo-Master Pro, DeLaval AG, Sursee) wird bei jedem Melken über die gesamte Standardlaktation (305 d) aufgezeichnet.

Vierzehntäglich während der Laktation und drei Mal pro Woche während der Verzehrerhebungsperioden werden Fett-, Protein-, Laktose- und Harnstoffgehalte der Milch mittels Infrarot-Spektroskopie untersucht. Zur Bestimmung der Zellzahl wird ein fluoreszenzoptisches Verfahren verwendet. Da der Harnstoffgehalt der Milch ein wichtiges Merkmal in Bezug auf die N-Effizienz ist, wird er zusätzlich mit der genaueren enzymatischen Methode (IDF 2004, Nr. 195) analysiert.

Die Körperkondition aller Versuchstiere wird alle vier Wochen basierend auf Edmonson *et al.* (1989) beurteilt. Dieses Beurteilungsschema wurde von Piccand *et al.* (2013) verwendet, um Fleckvieh-, Braunvieh- und Holsteinkühe zu vergleichen.

Das Lebendgewicht der Kühe wird zweimal täglich mittels einer automatischen Tierwaage (DeLaval AG) erfasst. Die N-Isotopenanalyse im Futter, im Blut und in der Milch bzw. die Verschiebung der Isotopenfraktionen soll als Kriterium für die N-Effizienz überprüft werden (Cheng *et al.*, 2013).

Weiter wird punktuell der individuelle Methanausstoss der Versuchstiere mittels dem Greenfeed-System (C-Lock Inc., Rapid City, South Dakota, US) gemessen.

Ausserdem werden alle Kälber direkt nach der Geburt gewogen und der Verkaufspreis der männlichen Kälber erhoben. Im darauffolgenden Jahr wird der zweite Versuch stattfinden, der gleich wie der erste Versuch aufgebaut sein wird und wo die gleichen Merkmale, wie oben, erhoben werden, mit dem Ziel (1) die Übertragbarkeit der Effizienzmerkmalen vom ersten zum zweiten Jahr zu prüfen. Vorteilhaft wäre, dass punktuell erfasste Effizienzmerkmale für die gesamte

Nutzungsdauer gültig wären. (2) Zur Etablierung von Regressionen zur Verzehrsschätzung basierend auf dem Fress- bzw. Wiederkauverhalten, erhoben mit Geräten aus der landwirtschaftlichen Praxis, reichen Erhebungen von einem Jahr nicht aus. (3) Auch der Vergleich von Kühen zweier Rassen sollte mindestens über zwei Jahre laufen, um den Einfluss des Jahres zu berücksichtigen, da weide- und raufutterbetonte Low-Inputsysteme stärker von den Klimabedingungen abhängig sind.

Bei unterschiedlichen Kuhtypen, Holstein Friesian und Swiss Fleckvieh, soll die wirtschaftliche Auswirkung verschiedener Parameter wie Milchleistung, Nebenerträge innerhalb des Produktionssystems wie Schlachtgewichte von Altkühen und Kälbern, Grund- und Kraftfutterverzehr, sekundäre Leistungsmerkmale wie Fruchtbarkeit, und Persistenz abgeschätzt werden. Die Unterschiede zwischen den beiden Kuhtypen sollen monetär z.B. anhand einer Deckungsbeitragsrechnung quantifiziert werden. Zusätzlich werden auch die Auswirkungen einer Kraftfutterergänzung bei Milchkühen in einem weidebetonten Fütterungssystem monetär bewertet, basierend auf früheren Versuche, wo 0 oder 750 kg Kraftfutter pro Kuh und Laktation verabreicht wurde.

Interessante zusätzliche Aspekte

Die Effizienz beim Einzeltier wird auch verbessert, wenn die Nutzungsdauer verlängert wird: Der Futteraufwand während der Aufzucht kann so über eine längere Zeitspanne bzw. grössere Milchmenge abgeschrieben werden. Letztendlich sind Milchkühe gesucht, die unter gegebenen Standortbedingungen effizient Futter verwerten und dies über eine lange Nutzungsdauer tun. Wichtige Voraussetzungen dafür sind eine stabile Konstitution und Krankheitsresistenz sowie spezifisch die Widerstandsfähigkeit (Resilienz) gegenüber Belastungen des Stoffwechsels. Herkömmliche Merkmale der Produktion (Futteraufnahme, Energiebilanz, Körperkondition usw.) und der akuten metabolischen Belastung (nicht veresterte Fettsäuren, Betahydroxybutyrat, Insulin etc.) ergeben keine befriedigende Voraussage über die potenzielle Nutzungsdauer. Vielversprechender sind Biomarker, mit direkterem Bezug zu Schädigungen der Zellen, Gewebe oder Organe, wie Acyl-Carnitine, biogene Amine im Blutserum zu Beginn der Laktation um die Stoffwechselstabilität bzw. die potenzielle Nutzungsdauer von Milchkühen abzuschätzen (Huber *et al.*, 2016). Im vorliegenden Projekt könnten erste Erfahrungen mit diesen Biomarkern gewonnen werden.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

Die detaillierten Literaturangaben können beim Projektleiter nachgefragt werden. Nachfolgend sind Referenzen von einigen Schlüsselbeiträgen angegeben:

Wissenschaftliche Publikationen:

- Cantalapiedra-Hijar, G., Ortigues-Mary I., Sepchat B., Agabriel J., Huneau J. F., and Fouillet H., 2015. Diet – animal fractionation of nitrogen stable isotopes reflects the efficiency of nitrogen assimilation in ruminants. *British Journal of Nutrition* 113: 1158-1169.
- Heublein C., Dohme-Meier F., Südekum K.-H., Bruckmaier R.M., Thanner S., and Schori F., 2017. Impact of cow strain and concentrate supplementation on grazing behaviour, milk yield and metabolic state of dairy cows in an organic pasture based feeding system. *Animal* 11: 1163-1173.
- Phuong H.N., Friggens N.C., de Boer J.M., and Schmidely P., 2013. Factors affecting energy and nitrogen efficiency of dairy cows: A meta analysis. *Journal of Dairy Science* 96, 7245-7259.
- Rombach M., Münger A., Südekum K.-H., und Schori F., 2016. Schätzung der Grünfutteraufnahme von weidenden Milchkühen anhand verschiedener Ansätze basierend auf Verhaltensmerkmalen.
- Kreuzer M., Lanzini T., Liesegang A., Bruckmaier R., Hess H.D. und Ulbrich S.E. (Hrsg.). *ETH-Schriftenreihe zur Tierernährung* 39, 29-43
- Wilkinson J.M., 2011. Re-defining efficiency of feed use by livestock. *Animal* 5: 1014-1022.

Praxisorientierte Publikationen:

- Schori F., 2016. Die Fressbisse zählen. *BauernZeitung*: 4.11.2016.
- Schori F., 2015. Futterauswahl von weidenden Kühen. *BauernZeitung* 25.9.2015
- Schori F., 2014. Der Energiebedarf bei Milchkühen: *BauernZeitung* 9.5.2014
- Schori F., 2012. Weideempfehlungen für Bio-Milchviehbetriebe. *ALP aktuell* 43, S. 4,
- Schori F., Glauser W. et Charrière P., 2017. Comment mieux maîtriser la croissance variable de l'herbe. *Agri* : 26.5.2017

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Nicht nur die Milchleistung zählt, sondern auch wie viel und welches Futter die einzelne Kuh dafür benötigt. Wir entwickeln Methoden zur einfachen Schätzung der Futteraufnahme sowie Ansätze zur Beurteilung der Effizienz von Milchkühen. Weiter vergleichen wir Holstein- und Fleckviehkühe in einem raufutterbetonten Fütterungssystem. Die neu gewonnen Erkenntnisse sollen unter anderem der Zucht dienen.

Milchkühe weisen sehr grosse individuelle Unterschiede bezüglich Energie- und Proteinverwertung auf. Damit gute Verwerterinnen erkannt und Fütterungssysteme optimiert werden können, muss der individuelle Verzehr bekannt sein. Folglich wird im Projekt die Schätzung der individuellen Futteraufnahme von weidenden Milchkühen mittels einfacher Sensorensysteme untersucht. Ausserdem prüfen wir verschiedene Methoden bzw. Ansätze zur Beurteilung der Energie- und Proteineffizienz, welche in der Milchviehzucht von Interesse sein könnten. Schliesslich eruieren wir Effizienzunterschiede zwischen Holstein- und Fleckviehkühen in raufutterbetonten Fütterungssystemen. Dieses Projekt zeigt neue Wege auf, wie die Effizienz in der Milchproduktion gesteigert, die Ressourcen geschont und die zukünftigen Herausforderungen bewältigt werden können

Genehmigung des Projektes

Datum: 23.08.2017	Visum FGL: dofr
Datum: 31.10.2017	Visum FBL / KBL: hehd
Datum: 31.10.2017	Visum V SFF: hehd



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Agroscope

Programme d'activité

N° de projet

PA 2018-2021

18.01.17.01.03

Désignation abrégée/acronyme du projet (max. 20 caractères)

Viande_bovine

N° Domaine

17

Systèmes de production Animaux et santé animale

N° Groupe

17.1

Ruminants

Chef-fe de projet/suppléant-e

Isabelle Morel / Paolo Silacci

Durée du projet

4 ans

Début du projet

2018

Fin du projet

2021

Projet

Total des jours de travail, sans fonds tiers	6138
Contribution au CSR	1
Contribution à d'autres CSR	4,6,7,17

Enquête sur les besoins: contribution à la demande n°	2.26; 2.31; 2.84; 3.15; 9.15; 9.16; 9.17; 11.2; 16.60; 16.61; 16.64; 16.76; 18.3; 18.14; 18.45; 18.156; 20.9; 20.10; 20.11; 20.16; 22.2; 22.3; 22.4; 22.5; 23.23; 23.25; 23.26; 23.27; 23.98; 23.123; 23.133; 23.150; 23.158; 23.159; 23.164; 28.103
Le projet contient des travaux financés par des fonds tiers	☒ oui ☐ non
Le projet contient une contribution à l'agriculture biologique	☒ oui ☐ non

Titre dans la langue originale

Systèmes de production de viande bovine à base de matières premières indigènes servant à la révision des apports alimentaires recommandés, en tenant compte de l'efficacité, la durabilité et la qualité de viande

Production durable et efficace de viande bovine de qualité

Sustainable and efficient production of quality beef

Bull, feed recommendations, protein sources, efficiency, grassland, mountain, steer, meat quality, emissions

Situation initiale et problématique

La viande bovine en Suisse est produite à environ 50% dans des exploitations d'engraissement spécialisées (engraissement de taurillons), soit des systèmes de production intensive avec détention en stabulation libre. Le reste est issu des exploitations d'élevage de vaches allaitantes, de l'engraissement de génisses ou de productions extensives telles que l'engraissement de bœufs au pâturage (USP et Proviande, 2016). Les systèmes de production en engraissement de bovins sont fortement liés aux conditions propres à la région où se situe l'exploitation. En Suisse, on peut distinguer 3 principaux sites avec production de viande bovine: les régions de plaine dont les surfaces se prêtent particulièrement bien aux grandes cultures et notamment au maïs (A), les régions mixtes en plaine ou zones de collines avec des exploitations dont une partie de la surface comporte des prairies permanentes (B) et les régions herbagères, par exemple en moyenne montagne, où l'on trouve le plus souvent des vaches allaitantes (C).

Le secteur de recherche "Production de viande bovine" a pour mission de répondre aux demandes et aux questions de recherches couvrant l'ensemble des systèmes de production de viande bovine. Pour ces différentes catégories de bovins, il s'agit de fournir les bases afin que les animaux soient alimentés en fonction de leurs besoins et à ce que les ressources naturelles de la Suisse, comme l'herbe, soient exploitées efficacement. Les activités du groupe portent également sur la qualité de la viande, notamment sur l'influence des diverses pratiques de production sur les para-

mètres permettant de définir la qualité du produit final. La santé et le bien-être des animaux, les rejets d'éléments nutritifs font également partie des préoccupations et des paramètres pris en compte lors de l'établissement des programmes de recherche.

Les derniers essais d'Agroscope portant sur l'engraissement intensif classique remontent à plus de quinze ans. Entre-temps, la production a évolué sur le plan du type génétique des animaux d'une part, du mode de production et du contexte politico-économique d'autre part. Une mise à niveau des apports alimentaires recommandés et un élargissement des normes actuelles du Livre vert s'avèrent ainsi nécessaire. Les premiers travaux dans ce sens ont débuté avec le dernier PA 2014-17. Les essais doivent se poursuivre au cours de ce nouveau programme d'activité 2018-2021.

Objectifs et questions de recherche

I. Dans le but de réduire la dépendance vis-à-vis de l'importation de matières premières étrangères et d'améliorer ainsi d'une part l'autonomie alimentaire des exploitations agricoles mais également l'image du produit, l'intégration dans les rations de sources alternatives de matières premières indigènes doit être étudiée. Le soja (et ses sous-produits), notamment, fait l'objet de nombreuses critiques, dues essentiellement à ses conditions de production dans les pays concernés et la charge écologique qui en découle. Or son utilisation comme source protéique complémentaire à l'ensilage de maïs dans les rations pour taurillons à l'engrais est fortement répandue. Il s'agit par conséquent d'évaluer si des compléments protéiques pouvant être cultivés en Suisse, autres que le soja, sont susceptibles de représenter une alternative intéressante, permettant de couvrir les besoins des bovins d'engraissement. Parmi ceux-ci les graines de légumineuses, protéagineuses ainsi que les graines et fruits oléagineux, seuls ou combinés entre eux peuvent être envisagés. L'incorporation dans la ration d'une proportion importante de fourrages comme la luzerne ou à proportion élevée de légumineuses, telles que les mélanges pour prairies temporaires riches en différentes variétés de trèfles peut permettre de couvrir une partie des besoins protéiques des animaux. (Ettle et Obermaier, 2012; Lehmann, 1996; Petterson, 2000; Sami et al., 2009; Vicenti et al., 2009).

Il s'agira de répondre à la question de savoir quels résultats zootechniques, économiques, écologiques et éthologiques (moyenne de groupe et variabilité intragroupes) sont obtenus avec des rations composées de sources protéiques autres que le soja par rapport à une ration témoin.

II. Les rations destinées aux bovins d'engraissement composées de fourrages et matières premières indigènes répondent aux exigences en vue d'une production de viande durable, contribuant à la couverture des besoins croissants de la population en matière d'approvisionnement alimentaire d'une part et de prestations écosystémiques d'autre part. L'étude de l'adéquation entre le potentiel de l'animal en matière d'efficacité alimentaire et le type de ration doit permettre d'optimiser les systèmes de production du point de vue de la valorisation des ressources celluliques et des émissions de GES. En Suisse, les animaux utilisés dans les exploitations d'engraissement spécialisées sont principalement issus du croisement entre races de type laitier et taureaux de race à viande, ou de races Simmental, Brune ainsi que Montbéliarde. Selon les statistiques publiées par Swissgenetics, 56 % des inséminations avec des races à viande le sont avec la race Limousine (Swissgenetics, 2016). Une comparaison de différents croisements, représentatifs du type d'animaux utilisés dans la pratique, doit permettre d'évaluer l'efficacité alimentaire pour chacun d'eux pour des rations standard propres aux différentes régions mentionnées en introduction. Les exploitations d'engraissement de taurillons situées dans la zone A peuvent être considérées comme des exploitations spécialisées dans ce type de production que l'on peut qualifier d'intensives dans les conditions suisses. Les rations usuelles comportent généralement une grande proportion de maïs (plante entière, power, haute tige...), parfois des pommes de terre, de la pulpe de betterave mais en principe très peu d'herbe ou fourrages d'origine herbagère. Les rations utilisées par les exploitations d'engraissement de taurillons situées dans la zone B peuvent en revanche être constituées d'une certaine proportion d'ensilage d'herbe ou autre fourrage d'origine herbagère en complément à l'ensilage de maïs. Enfin les régions herbagères (C) se prêtent particulièrement bien à l'élevage des vaches allaitantes qui s'y est développé au cours de ces dernières décennies. On y trouve aussi depuis quelques années des exploitations ayant renoncé à la production laitière et qui se sont tournées vers l'engraissement de bœufs et de génisses. C'est dans ces systèmes de production que les rations basées sur les herbages, telles qu'encouragées par la Confédération via l'Ordonnance sur les paiements directs dans l'article 71, section 4 sur les "Contributions pour la production de lait et de viande basée sur les herbages" (PLVH) sont particulièrement adaptées.

Ici, il s'agira de définir quel type de croisement est le plus efficace pour chacune des rations caractéristiques d'une des trois régions, l'efficacité alimentaire d'une part mais également économique et écologique.

La partie II est présentée en admettant l'engagement d'un/e thésard/e à l'aide de fonds tiers. Des démarches dans ce sens sont en cours mais ne seront pas abouties avant le dépôt définitif des projets.

III) La production de viande à l'herbe (par exemple bœufs au pâturage) et la qualité de la viande issue de ce mode de production a déjà été étudiée dans plusieurs projets de recherches menés à Agroscope ou ailleurs en Suisse et à l'étranger. Ce mode de production dans les conditions propres à la Suisse est donc bien documenté pour ce qui concerne la plaine ou la moyenne montagne. Les effets négatifs de l'engraissement au pâturage sur la tendreté de la

viande observés par certains auteurs n'a pu être vérifiée dans nos essais que dans des conditions de montagne comportant de fortes déclivités et pas en plaine ni en moyenne montagne. Dufey (2009) a observé une diminution de la tendreté de 30% par rapport à une viande provenant d'animaux engraisés intensivement en stabulation libre. Le dispositif ne permettait cependant pas d'expliquer si ce résultat était dû à l'augmentation de l'activité physique sur ces pâturages escarpés ou par la plus faible croissance liée à la moins bonne valeur nutritive de l'herbe.

Contribution concrète au CSR n° 1 (décrire en quelques phrases la contribution concrète et les nouvelles connaissances relatives au CSR, en précisant clairement le lien thématique avec les questions de recherche formulées dans le CSR)

L'évaluation à l'aide d'un biomarqueur de l'efficacité de l'utilisation de l'azote dans des rations pour taurillons à l'engrais comprenant 35 à 40 % de la ration de base sous forme d'herbages (région B) voire 85 % (région C) par rapport à des rations sans ou avec une part minimale de sources herbagères (région A) permettra de fournir des données nouvelles en rapport avec l'utilisation des surfaces herbagères par les bovins. Une économie au niveau des ressources externes à l'exploitation fait partie de la thématique du CSR1.

Le résultat de l'évaluation de l'efficacité de différents croisements de races à valoriser une ration à base d'herbages contribuera à la sélection de types génétiques adaptés à valoriser les ressources fourragères de façon optimale.

L'étude de l'impact des différents croisements de races et leur interaction avec des rations comportant une part d'herbages allant de 0 à 85 % sur les paramètres de qualité de la viande complètera les connaissances déjà acquises dans des précédents projets.

La réponse à la question de l'effet des différents facteurs de production sur la tendreté de la viande fournira des pistes sur les possibilités de produire de la viande bovine de qualité sur pâturage en région alpine (III).

Contribution à max 3 autres CSR (décrire en quelques phrases la contribution concrète relative aux questions de recherche formulées dans le CSR)

au CSR n° 4 : Sources protéiques indigènes comme alternative au soja

au CSR n° 6 : Révision des recommandations alimentaires permet de fournir les bases à la pratique en vue d'une alimentation conforme aux besoins des animaux et améliorer la durabilité des systèmes de production

au CSR n° 7 : Typisation génétique de différents croisements de races en relation avec leur efficacité à valoriser deux rations fortement contrastées du point de vue de leur nature

Utilité principale pour l'agriculture biologique (dans le cas d'une contribution, la décrire concrètement en quelques phrases)

Le type d'animal permettant de mettre en valeur de façon optimale des rations correspondant aux exigences de la PLVH sera défini

Les connaissances concernant la qualité de la viande de bœufs et de génisses issus de différents croisements de races et engraisés avec des rations correspondant aux exigences de la PLVH seront précisées de même que celle de bœufs et de taurillons engraisés extensivement par rapport à celle de bœufs et de taurillons engraisés intensivement dans des conditions semblables.

Matériel et méthodes (description sommaire)

I. 2017-18. La valorisation de différentes rations par des taurillons à l'engrais doit être évaluée en comparaison à une ration standard contenant entre autres du soja comme source protéique. Un essai avec 6 variantes à 14 taurillons par variante. La combinaison colza-pois protéagineux, le lupin, un ensilage d'herbe type L avec environ 20% de MA dans la MS et un ensilage de luzerne (>20% MA dans la MS) seront intégrés dans les différentes variantes. Les conséquences sur les paramètres mentionnés plus bas seront étudiées.

II. 2018-2021. En cas de financement externe, thèse portant sur deux essais d'engraissement de taurillons représentatifs des régions A et B, suivis d'un troisième essai (hors-thèse) d'engraissement de génisses et de bœufs représentatifs de la région C. Dans chaque essai 3 types d'animaux x 2 rations. Une analyse de variance à deux facteurs (types d'animaux et rations) portant sur les paramètres mentionnés plus bas sera effectuée. La possibilité de typer génétiquement les animaux est encore en discussion.

Essai 1 – Zone de production A (2018-2019)

Deux rations intensives, avec pas ou très peu de fourrages d'origine herbagère:

1.1 : Maïs plante entière – aliments concentrés énergétique et protéique

1.2 : Maïs plante entière ou haute tige – pulpes de betteraves – ensilage d'herbe max. 10-15% - aliments concentrés complémentaires à la ration

Les deux rations sont optimisées pour un même GMQ moyen d'env. 1550 g (1500 à 1600 g)

Choix des races : animaux issus du croisement entre une race mère d'origine suisse et trois races pères mi-tardives à tardives parmi les plus utilisées en Suisse selon les statistiques d'insémination

Race mère : race Brune

Races pères : Limousin – Simmental – Blanc Bleu Belge

Essai 2 – Zone de production B (2019-2020)

Deux rations semi-intensives, visant un maximum d'autonomie alimentaire au niveau de l'exploitation, comportant des fourrages d'origine herbagère.

2.1 Maïs plante entière ou haute tige – ensilage d'herbe (30-40% de la MS de la ration de base) – compléments énergétiques et protéiques

2.2 Maïs plante entière ou haute tige – ensilage de luzerne (30-40% de la MS de la ration de base) - compléments énergétiques et protéiques

Les deux rations sont optimisées pour un même GMQ moyen d'env. 1400 g et visent un maximum d'autonomie alimentaire (sources protéiques produites en Suisse ou sur l'exploitation d'engraissement). Les sources seront choisies en fonction des résultats de MINO-2 (point I. ci-dessus, en cours jusqu'en avril 2018)

Choix des races : animaux issus du croisement entre une race mère d'origine suisse et trois races pères mi-tardives ou mi-précoces à précoces parmi les plus utilisées en Suisse selon les statistiques d'insémination

Race mère : race Brune

Races pères : Limousin – Simmental – Angus

Essai 3 – Zone de production C (2020-21)

Deux rations ou systèmes de production compatibles avec la PLVH (production de lait et de viande à base d'herbages), pour l'un avec et pour l'autre sans pâture, visant à engraisser des bœufs et des génisses de façon semi-intensive

3.1 : Mélange d'ensilage d'herbe (85%) et maïs ou pulpes de betterave (max. 5-10%) – Complément minéral et protéique (max. 5-10%)

3.2 : Été : pâture – complément (max. 10%)

Hiver : mélange d'ensilage d'herbe (85%) et maïs ou pulpes de betterave (max. 5-10%) – Complément minéral et protéique (max. 5- 10%)

Les deux rations sont compatibles PLVH.

La ration 3.1 et 3.2 hiver sont identiques. Objectifs de croissance : 3.1 : 1000 à 1200 g et 3.2 : 900-1100 (croissance compensatrice en hiver)

Choix des races : animaux issus du croisement entre une race mère d'origine suisse et trois races pères mi-tardives ou mi-précoces parmi les plus utilisées en Suisse selon les statistiques d'insémination

Race mère : race Brune

Races pères : Limousin – Simmental - Charolais

Pour les essais 1 et 2, au total 90 animaux par essai, soit 30 par croisement, soit 15 de chaque croisement par ration. Les animaux sont répartis dans 3 écuries, chacune divisée en 2 compartiments (ration 1.1 ou 2.1 d'un côté, ration 1.2 ou 2.2 de l'autre côté). Dans chaque compartiment, cinq animaux de chaque croisement sont présents, ce qui correspond à 3 répétitions par traitement. Pour l'essai 3, au total 120 animaux, soit 60 par ration (système), soit 30 bœufs et 30 génisses, soit 10 de chaque croisement par genre et par ration/système.

En hiver les animaux sont répartis dans 3 écuries (mesure individuelle de l'ingestion) et une stabulation (mesure de l'ingestion par groupe), chacune divisée en 2 compartiments (bœufs d'un côté, génisses de l'autre côté). Dans chaque compartiment, cinq animaux de chaque croisement sont présents. La stabulation accueille la moitié des animaux du système 3.2.

Réalisation

Achat des veaux à l'âge de 5-6 semaines en moyenne via Swissgenetics (selon répertoire des inséminations, dates de vêlage. Sevrage selon plan standard. Transfert dans les écuries d'engraissement au poids vif (PV) moyen de 160 kg. Engraissement jusqu'au PV maximum de 520 kg environ (290 kg poids carcasse)

Paramètres mesurés (volets I. et II. essais 1 à 3)

Ingestion individuelle quotidienne à l'aide du système de crèches montées sur balances, excepté pour la partie pâture de la ration 3.2, où l'ingestion sera estimée selon la méthode des doubles marqueurs avec des alcanes

Poids vif individuel mesuré quotidiennement au distributeur automatique de concentrés, excepté pour la partie pâture de la ration 3.2, où les animaux seront pesés à l'aide d'une balance régulièrement

Comportement alimentaire à l'aide du système des RumiWatch (Itin und Hoch GmbH, Liestal, Suisse)

Production de méthane à l'aide du système Greenfeed

Taxation sur pied

Composition de la carcasse, estimée par dissection d'une côte

Efficience de l'utilisation de l'azote, estimée à l'aide d'un biomarqueur

Qualité de la viande (paramètres à définir) y compris analyse sensorielle

III. Un essai permettant de distinguer l'effet de l'activité physique de celui du niveau de croissance sera réalisé. Huit variantes de 12 animaux chacune, combinaison des 3 facteurs : avec/sans exercice physique, mâles castrés/entiers, engraissement extensif/intensif. Paramètres: GMQ, BCS, activité (pédomètres), qualité de la viande (pH, potentiel glycolytique, couleur, stabilité de la couleur, force de cisaillement, pigments, graisse intramusculaire, contraction des sarcomères, typage des fibres, analyse sensorielle).

Bibliographie (toutes dernières connaissances / ne citer que quelques publications propres et étrangères scientifiques et axées sur la pratique)

- Cantalapiedra-Hijar G., 2016. Comprendre et améliorer l'efficacité alimentaire des bovins allaitants. Colloque du 9.06.2016 à l'Agroscope Posieux.
- Cantalapiedra-Hijar G., Fouillet H., Huneau J.F., Fanchone A., Doreau M., Nozière P. et Ortigues-Marty I., 2016. Relationship between efficiency of nitrogen utilization and isotopic nitrogen fractionation in dairy cows: contribution of digestion v. metabolism? *Animal* 10:2, 221-229.
- Cantalapiedra-Hijar G., Ortigues-Marty I., Schiphorst A.-M., Robins R.J., Tea I. et Prache S. 2016. Natura 15N Abundance in Key Amino Acids from Lamb Muscle: Exploring a New Horizon in Diet Authentication and Assessment of Feed Efficiency in Ruminants. *J. Agric. Food Chem.* 64 (20), 4058-4067.
- Caputa J. et Lubieniecki A., 1972. Production de viande sur un pâturage d'altitude. *Exp. fourragères* 15, 17-31.
- Caputat J. et Charles J.-P., 1978. Quelques expériences récentes sur les méthodes de pâtures. *Fourrages* 74, 3-18.
- Charles J.-P. et Troxler J., 1989. Utilisation des pâturages par les bovins pour une production extensive de viande. *Revue suisse Agric.* 21 (5), 271-275.
- Chassot A. et Deslandes K.A., 2009. PASTO: résultats zootechniques et économiques. *Revue suisse Agric.* 41 (4), 237-243.
- Chassot A. et Dufey P.-A., 2008. Finition de bœufs après estivage: effets de l'intensité d'alimentation sur les performances d'engraissement. *Revue suisse Agric.* 40 (4), 157-161.
- Chassot A. et Troxler J., 2006. Engraissement extensif de bœufs avec estivage. *Revue suisse Agric.* 38 (5), 241-246.
- Dufey P.-A., 2006. Durée de finition de bœufs après estivage et qualité de la viande. *Revue suisse Agric.* 38 (6), 296-302.
- Dufey P.-A., 2009. PASTO: viande bovine de montagne et qualité. *Revue suisse Agric.* 41 (4), 245-250.
- Dufey P.-A., 2010. Qualité de la viande bovine produite à partir de l'herbe. Agroscope Changins-Wädenswil ACW. Journée d'information du 5 février 2010 "Produire de la viande au pâturage", 23-26.
- Dufey P.-A., Messadene J. et Silacci P., 2016. Ingestion de petit-lait à l'alpage par des bovins à viande et qualité de la viande. *Recherche Agronomique Suisse* 7 (1), 30-36.
- Ettle T. et Obermaier A., 2012. Untersuchungen zum Einsatz von Luzernesilage in der Bullenmast. *LfL Tierernährung, Poing-Grub*, 5 p.
- Jans F., 1974. Ochsenmast in Verbindung mit einer einmaligen Sömmerung auf Alpweiden mittlerer Höhenlage. *Schweiz. Landw. Monatshefte* 53, 119-134.
- Jans F., 1988. Weidemast von Ochsen im Berggebiet. *Landwirtschaft Schweiz* 1 (3), 181-186.
- Jans F. et Troxler J., 1996. Engraissement extensif de bœufs sur des pâturages d'altitude non fertilisés. 1. Performances des animaux. *Revue suisse Agric.* 28 (4), 223-227.
- Lehmann E., 1996. Tourteau de colza dans l'alimentation animale : effets sur les performances d'engraissement. Rapport d'essai interne VB 96/1065.
- Morel I., 2010. Aptitude de différents types de bovins à viande et alimentation complémentaire à la pâture. Agroscope Changins-Wädenswil ACW. Journée d'information du 5 février 2010 "Produire de la viande au pâturage", 19-21.
- Morel I., 2016. Le potentiel du powermaïs: essais sur taurillons à l'engrais. *Agri* 23.09.2016, 13.
- Morel I. et Oberson J.-L., 2017. Effet de trois niveaux d'intensité d'alimentation sur l'ingestion et les performances des bovins à l'engrais. *Frühjahrstagung 2017 SVT*, 28 S.
- Mosimann E., Schmied R., Thuillard C.-P. et Thomet P., 2010. Production de viande sur prairies temporaires: intérêt de la fétuque élevée. *Recherche Agronomique Suisse* 1 (5), 194-201.
- Oberson J.-L. et Morel I., 2017. Mise à niveau des normes d'alimentation pour les taurillons. *Revue-UFA* (à paraître).
- Petterson D.S., 2000. The Use of Lupins in Feeding Systems-Review. *Asian-Aus. J. Anim. Sci.* 13 (6), 861-882.
- Priolo A., Micol D. et Agabriel J., 2001. Effects of grass feeding systems on ruminant meat colour and flavour. A review. *Anim. Res.* 50, 185-200.
- Roth N., Schmied R. et Kunz P., 2011. Production de viande bovine sur les surfaces d'assolement. *Recherche Agronomique Suisse* 2 (1), 44-47.
- Thomet P. et Troxler J., 2001. Comparaison des performances de bœufs à l'engrais conduits en pâturage continu sur gazon court ou en pâturage tournant. *Actes des Journées de l'AFPF*.

- Sami A.S., Schluster M. et Schwarz F.J., 2009. Performance, carcass characteristics and chemical composition of beef affected by lupine seed, rapeseed meal and soybean meal. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition 94, 465-473.
- Swissgenetics, 2016. Rapport d'activité 2015/16. 18 p.
- USP et Proviande, 2016. Informations de base sur le marché du bétail de boucherie et de la viande 2015/16.35 p.
- Vestergaard M., 2000. Influence of feeding intensity, grazing and finishing feeding on muscle fibre characteristics and meat colour of semitendinosus, longissimus dorsi and supraspinatus muscles of young bulls. Meat Science 54 (2), 177-185.
- Vicenti A., Totada F., Di Turi L., Cocca C., Perrucci M., Melodia L. et Ragni M., 2009. Use of sweet lupin (Lupinus albus L. var. Multitalia) in feeding for Podolian young bulls and influence on productive performance and meat quality traits. Meat Science 82, 247-251.
- Wilkinson J.M., 2011. Re-defining efficiency of feed use by livestock. Animal 5: 1014-1022.

Teaser et résumé succinct du projet pour la communication/Internet
(Teaser: max. 400 caractères; résumé succinct: max. 800 caractères, espaces inclus)

Les demandes récurrentes d'actualisation des recommandations alimentaires pour les taurillons à l'engrais tenant compte des changements survenus dans la génétique, la qualité des fourrages et le contexte politico-économique depuis l'établissement des normes actuelles sont à l'origine de ce projet qui a débuté en 2014 et qui s'élargit vers des thématiques comme l'autonomie alimentaire et l'efficience.

Dans le cadre de l'actualisation des normes d'alimentation pour les bovins à l'engrais, deux thématiques ont été intégrées. Il s'agit d'une part de l'autonomie alimentaire et plus particulièrement la formulation de rations avec des sources protéiques pouvant être cultivées en Suisse mais autres que le soja. Ces rations contiennent soit des matières premières comme le pois, le tourteau de pression de colza ou le lupin, soit des fourrages riches en matière azotée comme la luzerne ou les mélanges riches en légumineuses. Le deuxième thème est celui de l'efficience des animaux utilisés pour l'engraissement en fonction de leur origine génétique (croisements de différentes races à viande sur vaches laitières) et des rations utilisées, ces dernières étant établies en accord avec les fourrages issus des différentes régions de production de viande en Suisse.

Approbation du projet

Date:	29.08.2017	Visa R GR:	dofr
Date:	31.10.2017	Visa R DR / R DC:	hehd
Date:	31.10.2017	Visa R CSR:	hehd



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.01.17.06.01

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Mischungen Futterbau

Nr. Bereich.

17

Produktionssysteme Tiere und Tiergesundheit

Nr. Gruppe

17.6

Futterbau und Graslandssysteme

17.3

Weidesysteme

Projektleitung/Stellvertretung

Daniel Suter / Rainer Frick

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeits-tage ohne Dritt-mittel	4030
Beitrag zu SFF	1
Beitrag zu wei-tern SFF	3, 15, 16

Bedürfniserhebung: Bei-trag zu Anliegen Nr.	1.31, 2.1, 2.6, 2.7, 2.52, 2.57, 2.108, 16.31, 16.61, 16.63, 16.64, 17.47, 18.14, 18.41, 18.42, 20.22, 20.33, 20.68, 22.10, 23.171, 28.93
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Qualitätssamenmischungen für Futterproduktion und Förderung der Biodiversität

Samenmischungen Kunstfutterbau

High-Quality Seed Mixtures for Leys and for Promotion of Biodiversity

variety testing, forage plants, leys, grass-clover mixtures, ecological enrichment, legal task, functional biodiversity, resource efficiency, secondary metabolites

Ausgangslage und Problemstellung

Mit gut 125'000 Hektaren belegen die Kunstwiesen mehr als 30 % der Ackerfläche der Schweiz. Würde man das anfallende Futter nur für die direkte Milchproduktion verwenden und das Galtvieh, die Remonte sowie andere Tiergattungen und Tierproduktionszweige nicht berücksichtigen, verfügten sie über ein physiologisches Milchproduktionspotential von jährlich gut 2 Millionen Tonnen, was etwa 60 % der Gesamtmilchmenge entspräche.

In IP- und Bioackerbausystemen bilden die in der Schweiz auf Klee-Gras-Mischungen aufbauenden Kunstwiesen mit ihren Vorfruchteigenschaften, der Stickstoffbereitstellung durch die Leguminosen, den positiven Auswirkungen auf die Bodenstruktur und die Pflanzengesundheit eine wichtige Säule einer dauerhaft tragfähigen Pflanzenproduktion. Sie lassen sich überdies mit ihrem breiten Einsatzspektrum – von kurzdauernder Zwischenfrucht bis mehrjähriger Hauptkultur – optimal in die Fruchtfolgen unterschiedlicher Landbausysteme einpassen.

Die artenreichen Mischungen zur Förderung der Biodiversität ermöglichen standortgerechte Lösungen und besitzen ein deutliches Potential zur Verbesserung der Ökoqualität von unbefriedigenden Biodiversitätsförderflächen.

Die ‚Liste der empfohlenen Sorten von Futterpflanzen‘ mit 30 berücksichtigten Futterpflanzenarten sowie die ‚Standardmischungen für den Futterbau‘, mit über 40 Mischungen für unterschiedliche Nutzungsdauern und vielfältige Verwendung (Mahd, Weide, Konservierung), sind die zentrale fachliche Grundlage für den Vollzug (Saat- und Pflanzgutverordnung), den Samenhandel, die Beratung und die Anwendung in der Landwirtschaft. Sie bilden deshalb das Fundament

des Schweizer Kunstfutterbausystems. Dieses einzigartige System steht beispielhaft für Qualität in Forschung und Entwicklung, wie auch für eine erfolgreiche Umsetzung in der Forschung erarbeiteter Konzepte in der Praxis und ist auch international richtungsweisend.

Damit dieses System den Ansprüchen der produzierenden Landwirtschaft stets Rechnung tragen und weiter verbessert werden kann, ist es unabdingbar, sich den Herausforderungen zu stellen.

- Der weltweite Zuchtfortschritt bei den Futterpflanzen muss kontinuierlich von den Ergebnissen der Sortenprüfung als Vollzugsaufgabe übertragen und ins Mischungssystem eingefügt werden.
- Die Rezepte der Mischungen sind an die Eigenschaften der neuen Zuchtsorten anzupassen, um stetig die gewünschte Zusammensetzung und Funktion der Mischbestände zu gewährleisten.
- Die Mischungen müssen auch unter künftig veränderten Anbaubedingungen (z. B. Sommertrockenheit) ihre Aufgaben erfüllen können und sind laufend dahingehend anzupassen. Dazu sind die Mischungen und Anbaumethoden aufeinander abzustimmen.
- Der Anbau, die mögliche Integration in Samenmischungen und die Verwendung von Futterpflanzenarten mit neuen Eigenschaften in den Bereichen Tiergesundheit, Futtermittelverwertung und Produktequalität fordert als noch junges Thema auch im Kunstfutterbau seinen Platz.

Ziele und Forschungsfragen

1. Die neuesten, aus weltweiter Züchtung stammenden Sorten von Futterpflanzen, die den Anforderungen des schweizerischen Futterbaues entsprechen, sind systematisch unter den typischen Anbaubedingungen der Schweiz geprüft.
2. Die besten Sorten von Futterpflanzen (siehe ‚Nationaler Sortenkatalog der Schweiz‘ und ‚Liste der empfohlenen Sorten von Futterpflanzen‘) sind bekannt und werden angewandt.
3. Der Züchtungsfortschritt kommt der landwirtschaftlichen Praxis zugute, indem Neu- und Weiterentwicklungen von Klee-Gras-Mischungen ausschliesslich auf empfohlenen Sorten aufbauen.
4. Das Angebot an Standardmischungen (‚Standardmischungen für den Futterbau‘) bildet die vielfältigen Anbaubedingungen und Anwendungsfälle des Schweizer Kunstfutterbaues ab.
5. Pflanzenarten mit speziellen Eigenschaften sind auf deren Nutzen für den Kunstfutterbau überprüft. Dazu gehören die Verwendung von tanninhaltigen Leguminosen, von Gräsern mit einem hohen Zucker- resp. Energiegehalt, Kräutern mit hohem Mineralstoffgehalt und von besonders trockenheitstoleranten Futterpflanzen für unterschiedliche Nutzungsdauern (Zwischenfutter bis längerdauernde Anlagen).
6. Die Bedeutungen der einzelnen ökonomischen und ökologischen Funktionen (Multifunktionalität) von Klee-Gras-Mischungen sind bekannt und hinsichtlich einer „nachhaltigen Intensivierung“ gewichtet.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 1 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Die im Projekt gesetzten Ziele tragen zu den zentralen Forschungsfragen betreffend Samenmischungen (Ziele 3, 4 und 5), gezielte Nutzung von Pflanzeigenschaften und Inhaltsstoffen (Ziele 1, 2, 3, 4 und 5), Steigerung der Leistungsfähigkeit und Ökologie (Ziele 3 und 4), nachhaltige Graslandproduktionssysteme (Ziele 1 bis 4) und Inwertsetzung der Prozess und Produktequalität (Ziele 2, 4, 5, und 6) bei und sind über die Forschungsfragen des SFF miteinander verbunden.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 3: Das Projekt ist grundsätzlich ein der Züchtung nachgelagerter Prozess zur Umsetzung des Züchtungsfortschrittes in die Praxis und profitiert deshalb direkt vom SFF3, indem die nur besten Futterpflanzensorten für Samenmischungen verwendet werden. Gleichzeitig nimmt das Projekt über das Mischungswesen Bedürfnisse der Praxis an den Kunstfutterbau auf und gibt diese Information der Futterpflanzenzüchtung weiter, beispielsweise durch Zulassungsanforderungen und Kriterien für Sortenempfehlungen im Rahmen der Sortenprüfung.

zu SFF Nr. 15: Kunstwiesen erfüllen eine wichtige Funktion im Pflanzen-Boden-System und gelten als wertvolles Fruchtfolgeglied. Sie liefern Nährstoffe in Form biologisch fixierten Stickstoffs, verbessern die Bodenstruktur durch die intensive Durchwurzelung und vermindern die Erosionsgefahr dank der stetigen Bodenbedeckung.

zu SFF Nr. 16: Mischungen verbessern die Artenvielfalt im Landbau, wenn sie wie die artenreichen Mischungen speziell zum Zwecke der Biodiversitätsförderung zusammengestellt worden sind.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Als massgebender Rohfutterlieferant, Fruchtfolgeglied und Stickstoffquelle sind qualitativ gute Klee-Gras-Mischungen im Biolandbau eine wichtige Produktionsgrundlage sowohl für die Tierhaltung als auch für den Pflanzenbau.

Material und Methoden (grob skizziert)

Als Basis zur Beantwortung spezifischer Versuchsfragen dienen Feldversuche aus denen mittels Felderhebungen und anschliessenden Laboranalysen die benötigten Daten gewonnen werden. Neben kontrollierten Kleinparzellenversuchen werden auch Streifenversuche unter Praxisbedingungen durchgeführt. Entsprechend der Versuchsfrage werden örtlich und zeitlich gestaffelte Versuchsserien angelegt. Für die Sortenprüfung gelten die Vorschriften gemäss Saat- und Pflanzgutverordnung (SR 916.151.1) beziehungsweise SOPS. Die Mischungsentwicklung stützt sich ebenso auf SOPS. Die übrigen Versuche sind nach den versuchsfragebezogenen Protokollen durchzuführen. Zur Überprüfung der Silierbarkeit neuer Mischungen dienen Laborsilos. Vor und nach dem Silieren werden die Inhaltstoffe erfasst. In den Silagen werden verschiedene Gärparameter (pH und Gärsäuren) analysiert.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Brophy C., Finn J.A., Lüscher A. *et al.*, 2017. Major shifts in species' relative abundance in grassland mixtures alongside positive effects of species diversity in yield: A continental-scale experiment. *Journal of Ecology*, DOI: 10.1111/1365-2745.12754
- Connolly J., Sebastià M.-T., Kirwan L., *et al.*, 2017. Weed suppression greatly increased by plant diversity in intensively managed grasslands: a continental-scale experiment. *Journal of Applied Ecology*, accepted.
- Hofer D., Suter M., Buchmann N. & Lüscher A., 2017. Nitrogen status of functionally different forage species explains resistance to severe drought and post-drought overcompensation. *Agriculture Ecosystems & Environment* **236**, 312–322.
- Hofer D., Suter M., Haughey E., Finn J. A., Hoekstra N. J., Buchmann N. & Lüscher A., 2016. Yield of temperate forage grassland species is either largely resistant or resilient to experimental summer drought. *Journal of Applied Ecology* **53**, 1023–1034.
- Lüscher A., Mueller-Harvey I., Soussana J.F., Rees R.M. und Peyraud J.L. 2014. Potential of legume-based grassland-livestock systems in Europe: a review. *Grass and Forage Science* **69**, 206–228.
- Malisch C.S, Lüscher A., Baert N., Engström M.T., Studer B., Frygas C., Suter D., Mueller-Harvey I., Salminen J-P., 2015. Large Variability of Proanthocyanidin Content and Composition in Sainfoin (*Onobrychis viciifolia*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **63**, 10234–10242.
- Malisch C.S., Suter D., Studer B. & Lüscher A., 2017. Multifunctional benefits of sainfoin mixtures: Effects of partner species, sowing density and cutting regime. *Grass and Forage Science*, DOI:10.1111/gfs.12278
- Oberson, A., Frossard, E., Bühlmann, C., Mayer, J., Mäder, P. & Lüscher, A. 2013. Nitrogen fixation and transfer in grass-clover leys under organic and conventional cropping systems. *Plant and Soil* **371**, 237–255.
- Suter D., Frick R., Hirschi H.U. und Bertossa M., (2017). Liste der empfohlenen Sorten von Futterpflanzen 2017–2018. *Agrarforschung Schweiz* **8** (1), 1–16 Beilage.
- Suter D., Rosenberg E., Mosimann E. und Frick R., 2017. Standardmischungen für den Futterbau, Revision 2017–2020. *Agrarforschung Schweiz* **8** (1), 1–16 Beilage.
- Suter, M., Hofer, D. & Lüscher, A., 2017. Weed suppression enhanced by increasing functional trait dispersion and resource capture in forage ley mixtures. *Agriculture Ecosystems & Environment* **240**, 329–339.
- Suter M., Connolly J., Finn J.A., Loges R., Kirwan L., Sebastia M.-T. & Lüscher, A., 2015. Nitrogen yield advantage from grass-legume mixtures is robust over a wide range of legume proportions and environmental conditions. *Global Change Biology* **21**, 2424–2438.
- Wyss U. und Mosimann E., 2016. Silagequalität von Zwischenfutter. *Agrarforschung Schweiz* **7** (10), 436–441.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet (Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Kunstwiesen sind ein bedeutender Futterlieferant und ein unerlässliches Glied der Fruchtfolge. Ihre Flexibilität ermöglicht standortgerechte Lösungen für jedes Landbausystem.
Das Projekt hat zum Ziel, unter Ausnützung des weltweiten Zuchtfortschrittes den Bedürfnissen der Landwirtschaft angepasste Samenmischungen für den Futterbau zu entwickeln.

Kunstwiesen, hauptsächlich Klee-Gras-Mischungen, belegen über 30 % der Ackerfläche in der Schweiz und spielen bei der Rauhfutterproduktion eine wichtige Rolle. Ihre Vorfruchteigenschaften und die Stickstoffbereitstellung durch die Leguminosen sind bedeutend für einen tragfähigen Pflanzenbau. Das Projekt entwickelt an die Vielfalt der Produktionsbedingungen angepasste Mischungen – hochproduktive, intensive für die Futtererzeugung aber auch artenreiche, extensive für die Biodiversitätsförderung. Es bedient sich dazu der neuesten Entwicklungen der Wildpflanzenvermehrung, bezieht Pflanzen mit speziellen Inhaltsstoffen, wie z. B. Tanninen, mit ein und nutzt die Ergebnisse der Pflanzenzüchtung. Mischungsversuche in Kleinparzellen und unter Praxisbedingungen bilden die experimentelle Grundlage.

Genehmigung des Projektes

Datum: 28.08.2017	Visum FGL: luan
Datum: 31.10.2017	Visum FBL / KBL: hehd
Datum: 31.10.2017	Visum V SFF: hehd



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.01.17.06.02

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

AlpESS

Nr. Bereich.

17

Produktionssysteme Tiere und Tiergesundheit

Nr. Gruppe

17.6

Futterbau und Graslandssysteme

Projektleitung/Stellvertretung

Manuel Schneider / Matthias Volk

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	1195
Beitrag zu SFF	1
Beitrag zu weiteren SFF	11, 16, 17

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	2.129, 3.15, 9.11, 9.13, 13.205, 23.81, 28.24, 28.27, 28.33, 28.40, 28.63, 28.103
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Erfassung und Förderung von Ökosystemleistungen auf Grasland im Berggebiet unter Berücksichtigung von Klima- und Strukturwandel

Ökosystemleistungen von Grasland im Berggebiet

Quantification and improvement of ecosystem services in mountain grassland considering climatic and structural change

Ökosystemprozesse, Diversität, extensive Beweidung, Minimalnutzung

Ausgangslage und Problemstellung

Wiesen und Weiden im Berggebiet erbringen wichtige Ökosystemleistungen für die Gesellschaft. Neben tierischen Nahrungsmitteln mit besonderen Qualitätseigenschaften und ohne Konkurrenz zur direkten menschlichen Ernährung bieten sie eine wertvolle Biodiversität und sind zentral für die kulturelle Identität der Schweiz. Die Erhaltung dieser Leistungen ist deshalb ein zentrales Ziel der Agrarpolitik.

Trotz Massnahmen im Bereich der Direktzahlungen sind verschiedene Ökosystemleistungen durch den fortschreitenden Struktur- und Klimawandel gefährdet. Die stetige Abnahme der landwirtschaftlichen Arbeitskräfte bedingt innovative Bewirtschaftungsstrategien, um die Leistungsfähigkeit und das Produktionspotential effizient zu nutzen. Dabei stehen auf aufwändig zu bewirtschaftenden Grenzertragslagen sogenannte Minimalnutzungsverfahren im Vordergrund, durch welche mit geringem Arbeitsaufwand die Flächenqualität verbessert werden kann. In Gunstlagen soll der Ressourceneinsatz so optimiert werden, damit hochwertiges Futter produziert werden kann. Der generelle Temperaturanstieg führt zu einer verlängerten Vegetationsdauer, welche die Weideperiode ausdehnt und zu Veränderungen im Kohlenstoff- und Nährstoffhaushalt führen kann. Gleichzeitig verändern Anpassungsmassnahmen an den Klimawandel wie die Wiesenbewässerung die Bestandeszusammensetzung und den Stoffhaushalt von Bergwiesen.

Die Entwicklung angepasster und effizienter Bewirtschaftungsmethoden bedingt ein vertieftes Verständnis von Prozessen in alpinen und subalpinen Graslandökosystemen, sowohl von Stoffflüssen im Boden wie auch von Interaktionen zwischen Vegetation und Weidetieren. Dieses Wissen wird im Projekt gezielt erweitert um daraus innovative Bewirtschaftungsstrategien abzuleiten. Diese Strategien werden im Feld erprobt und ihre kurzfristige Wirkung auf die Bereitstellung von Ökosystemleistungen untersucht. Da viele Prozesse im Berggebiet und insbesondere auch im Boden

langsam ablaufen, werden die langfristigen Wirkungen von Bewirtschaftungsmassnahmen mit langfristigen Experimenten untersucht und mittels retrospektiver Luftbildanalysen in Kombination mit dynamischen Vegetationsmodellen analysiert.

Ziele und Forschungsfragen

1. Verbesserung des Prozessverständnisses in alpinen und subalpinen Graslandökosystemen als Grundlage für eine differenzierte Bewirtschaftung.
Wie beeinflussen Anpassungsmassnahmen an den Klimawandel, insbesondere die Bewässerung von Bergwiesen, den C-Haushalt und Zusammensetzung der Pflanzenbestände? Welche Stickstoffeinträge führen bei steigenden Temperaturen zu C-Speicherung und schützen so die CO₂-Senke und die Humusvorräte im Boden? Wie wirken Bewirtschaftungsmassnahmen auf die Zusammensetzung der Bodenmikroben und ihre Funktionsweise? Wie unterscheiden sich verschiedene Nutztierarten und -rassen in ihrem Weide- und Fressverhalten und welche Auswirkungen hat dies auf die Zusammensetzung der Vegetation?
2. Innovative und effiziente Bewirtschaftungsstrategien zur Erhaltung von Ökosystemleistungen auf Grenzertragslagen, insbesondere des Produktionspotentials, der Biodiversität und des Erholungswertes.
Wie verändert sich die Vegetation von Bergwiesen und –weiden durch die Bewirtschaftung? Wie müssen Systeme der extensiven Beweidung ausgestaltet werden, damit sie zur Landschaftspflege und zur Biodiversitätserhaltung beitragen und dennoch vermarktbar Produkte erzeugen, um den Aufwand zu decken? Welchen Beitrag leisten extensive Nutztierassen gegenüber produktionsorientierten Rassen zur Biodiversitätserhaltung auf montanen und subalpinen Weiden? Kann pflegliches Mulchen ein kostengünstiges Verfahren zur Offenhaltung von Grenzertragslagen sein? Ist die Brandrodung ein möglicher Ansatz, auf ausgewählten Standorten ein für die Artenvielfalt wertvolles Zwergstrauch-Mosaik zu erhalten?
3. Abschätzung der mittel- und langfristigen Auswirkungen veränderter Nutzungsstrategien auf extensiven Weiden auf die Vegetationszusammensetzung und die Bereitstellung von Ökosystemleistungen.
Welche Informationen über die mittel- und langfristige Vegetationsentwicklung können aus Zeitreihen von Luftbildern unterschiedlicher Qualität und Detaillierung gewonnen werden? Welche langfristigen Vegetationentwicklungen und Sukzessionsfolgen unter veränderten Nutzungsstrategien werden durch dynamische Vegetationsmodelle vorhergesagt?

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 1 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Das Projekt liefert Beiträge zu mehreren Zielen des SFF. Es liefert Grundlagen, die Auswirkungen der Graslandbewirtschaftung auf die Produktion und weitere Ökosystemleistungen zu beurteilen und untersucht konkrete Strategien zur Erhaltung und Verbesserung dieser Leistungen (Ziel 1). Das Projekt berücksichtigt den Struktur- und Klimawandel und entwickelt Anpassungsstrategien, die standortgerecht, umweltschonend und wirtschaftlich sind (Ziele 2 und 3). Das Projekt untersucht die langfristigen Auswirkungen der Bewirtschaftung auf die Vegetation und die tierischen Produkte (Ziel 6).

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 16: Das Projekt liefert Resultate zu allen drei Hauptzielen des SFF. Es erarbeitet Werkzeuge zum verbesserten Monitoring von Offenhaltung und Biodiversität auf Graslandflächen im Berggebiet. Es verbessert das Systemverständnis zur Erbringung von Ökosystemleistung unter Klimawandel. Es entwickelt Strategien zur Erhaltung halb-offener Landschaften mit hohem Biodiversitätswert.

Zu SFF Nr. 17: Abschätzung der Folgen des Klimawandels auf alpinen und subalpinen Standorten. Entwicklung und Beurteilung von Anpassungsstrategien, insbesondere der Wiesenbewässerung.

Zu SFF Nr. 8: Genetische Charakterisierung des Mikrobioms in subalpinem Grasland und Identifikation von Indikatorarten für verschiedene Bewirtschaftungsformen.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Die nachhaltige Nutzung von Wiesen und Weiden für die tierische Ernährung ist ein zentrales Element des Biolandbaus. Es ist deshalb nicht erstaunlich, dass er im Berggebiet häufig anzutreffen ist. Extensive Beweidungssysteme sind im Biolandbau besonders stark verbreitet. Sie tragen wesentlich zum tierfreundlichen Image des Biolandbaus bei.

Material und Methoden (grob skizziert)

Die gestellten Fragen werden an verschiedenen Standorten im Berggebiet untersucht, entweder in Feldstudien (Verfahren werden über die Flächenauswahl kontrolliert) oder in Feldexperimenten (Verfahren werden kontrolliert erzeugt). Zusätzlich kommen Bildanalysen sowie statistische und dynamische Modelle zur Anwendung.

1. In einer Feldstudie im Unterengadin werden die Bewirtschaftung, der C-Haushalt und die Zusammensetzung von Pflanzen, Heuschrecken und Bodenmikroorganismen in bewässerten und unbewässerten Wiesen verschiedener Intensitätsstufen untersucht. Eine Boden-C (Konzentration und Isotopenverhältnis) und Ertragsanalyse des Ökosystems wird erstellt, in der Düngungs- und Bewässerungseffekte einbezogen sind. Optimierungsmöglichkeiten bei der Bewirtschaftung werden beschrieben, bei denen C-Speicherung (Beitrag zu den nationalen Klimaschutzzielen) mit der Futterproduktion vereint werden.
In mehreren Studien im Alpenraum wird mittels GPS-tracking und Beobachtungen ermittelt wie sich verschiedene Weidetiere im Gelände bewegen und welche Einflussgrößen ihr Verhalten bestimmen. Verglichen werden extensive Hochlandrinder mit Mutterkühen produktionsorientierter Rassen sowie Rinder, Schafe und Ziegen. Aus den Studien werden Mechanismen abgeleitet, wie die Raumnutzung und die Vegetationswirkung der Beweidung durch den Bewirtschafter beeinflusst werden können.
2. In den Studien zum Weideverhalten liegt ein zentraler Fokus auf der Wirkung auf die Vegetation und es werden daraus Empfehlungen für die Beweidung von Grenzertragslagen abgeleitet, sowohl zur Auswahl geeigneter Weidetiere (Art und Rasse) als auch zur Weideführung. Zusätzlich wird die Vegetationsentwicklung auf Sukzessionsstandorten im Alpenraum langfristig verfolgt.
In Parzellenversuchen an drei Standorten in den Alpen werden die Effekte verschiedener Frequenzen von Mulchen, Schnitt und Weide auf die Pflanzenzusammensetzung untersucht. In einem Experiment zur Brandrodung soll in Zermatt in Zusammenarbeit mit dem Ökobüro Alpe, der Schweizerischen Vogelwarte sowie kommunalen und kantonalen Amtsstellen untersucht werden, wie sich diese traditionelle Technik zur Offenhaltung von Zwergstrauchmosaiken eignet.
3. Das dynamische Vegetationsmodell WoodPaM wird für subalpine Grenzertragsweiden in Zusammenarbeit mit Prof. Gillet weiterentwickelt. Langfristige Vorhersagen der Vegetationsdynamik werden mittels Luftbildern und Besatzzeichnungen retrospektiv validiert. Zudem wird die Sukzession auf Grenzertragslagen mit Dauerbeobachtungsflächen untersucht. Mittels Zeitreihen von Luftbildern verschiedener Versuche (Beweidungsexperiment am Albula-Pass, Weidebewirtschaftungsexperiment am Sustenpass) ermittelt werden, wie weit sich diese für die Erfassung von Vegetationsveränderungen eignen.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Schneider, M., Meisser, M., Pagani, L. und Fesselet, M. (2015) AGFF Informationsblatt 5: Beweidung von Grenzertragslagen. Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaues, Zürich, Erste Auflage.
- Bollmann, R., Schneider, M. und Flury C. (2014) Minimalnutzungsverfahren zur Offenhaltung der Kulturlandschaft. Agroscope Science 7
- Schneider M. (2015) Grenzertragslagen gezielt nutzen. Bündner Bauer, 29/30/31, 14-16
- Homburger, H., Schneider, M.K., Hilfiker, S. & Lüscher, A. (2014) Inferring Behavioral States of Grazing Livestock from High-Frequency Position Data Alone. PLoS ONE, 9, e114522.
- Homburger, H., Lüscher, A., Scherer-Lorenzen, M. & Schneider, M.K. (2015) Patterns of livestock activity on heterogeneous subalpine pastures reveal distinct responses to spatial autocorrelation, environment and management. Movement Ecology, 3, 35.
- Kampmann, D., Lüscher, A., Konold, W. & Herzog, F. (2012) Agri-environment scheme protects diversity of mountain grassland species. Land Use Policy, 29, 569–576.
- Koch, B., Homburger, H., Edwards, P.J. & Schneider, M.K. (submitted) Phosphorus redistribution by dairy cattle on a heterogeneous subalpine pasture quantified using GPS tracking. Agriculture Ecosystems & Environment.
- Pornaro, C., Schneider, M.K., Leinauer, B. & Macolino, S. (2016) Above- and belowground patterns in a subalpine grassland-shrub mosaic. Plant Biosystems.
- Volk, M., Enderle, J. & Bassin, S., 2016. Subalpine grassland carbon balance during 7 years of increased atmospheric N deposition. Biogeosciences, 13, 3807-3817.
- Zehnder, T., Schneider, M.K., Berard, J., Kreuzer, M. & Lüscher, A. (2016) Reconciling meat production and biodiversity conservation on marginal pastures. Options Méditerranéennes, 116, 231–235.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Wiesen und Weiden im Berggebiet erbringen wichtige Leistungen für die Gesellschaft. Diese sind trotz Massnahmen im Bereich der Direktzahlungen durch den fortschreitenden Struktur- und Klimawandel gefährdet. Das Projekt hat zum Ziel, durch ein verbessertes Prozessverständnis innovative und effiziente Bewirtschaftungsstrategien zur Förderung von Ökosystemleistungen auf Graslandstandorten im Berggebiet zu entwickeln.

Neben tierischen Nahrungsmitteln besonderer Qualität bietet Grasland im Berggebiet eine wertvolle Biodiversität und kulturelle Identität. Alle diese Leistungen sollen dank angepasster Bewirtschaftungsmethoden gefördert werden. Als Grundlage dient das Verständnis von Stoffflüssen im Boden wie auch von Interaktionen zwischen Vegetation und Weidetieren. Das Projekt untersucht Anpassungsmassnahmen an den Klimawandel, insbesondere die Bewässerung,

und deren Auswirkungen auf die Zusammensetzung der Pflanzenbestände, Bodenmikroorganismen und den Kohlenstoffhaushalt. Es quantifiziert den Beitrag extensiver Nutzierrassen zur Biodiversitätserhaltung und evaluiert kostengünstige Verfahren zur Offenhaltung wie Mulchen und Brandrodung. Zudem nutzt es Vegetationsmodelle und Luftbildanalysen für die Abschätzung der längerfristigen Auswirkungen veränderter Nutzungsstrategien auf Ökosystemleistungen.

Genehmigung des Projektes

Datum: 28.08.2017	Visum FGL: luan
Datum: 31.10.2017	Visum FBL / KBL: hehd
Datum: 31.10.2017	Visum V SFF: hehd



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Agroscope

Programme d'activité

N° de projet

PA 2018-2021

18.01.17.06.03

Désignation abrégée/acronyme du projet (max. 20 caractères)

IntoGrass

N° Domaine

17

Systèmes de production animale et santé animale

N° Groupe

17.1

Ruminants

17.3

Systèmes pastoraux

17.6

Production fourragère et Systèmes herbagers

Chef-fe de projet/suppléant-e

Olivier Huguenin-Elie / Ueli Wyss et Marco Meisser

Durée du projet

Début du projet

Fin du projet

4 ans

2018

2021

Projet

Total des jours de travail, sans fonds tiers	7105
Contribution au CSR	1
Contribution à d'autres CSR	5, 6, 17

Enquête sur les besoins: contribution à la demande n°	2.6, 2.7, 2.10, 2.20, 2.21, 2.22, 2.25, 2.26, 2.27, 2.32, 2.41, 2.42, 2.51, 2.53, 2.54, 2.55, 2.58, 2.59, 2.94, 2.99, 2.128, 2.129, 9.16, 16.31, 16.63, 16.71, 18.14, 18.44, 18.47, 20.33, 20.68, 23.66
Le projet contient des travaux financés par des fonds tiers	☒ oui ☐ non
Le projet contient une contribution à l'agriculture biologique	☒ oui ☐ non

Titre dans la langue originale

Développement d'outils d'appréciation et de prévision intégrant productivité, qualité des fourrages et conduite des communautés végétales pour optimiser l'utilisation des herbages et de leurs conserves

Outils intégrés pour une utilisation optimisée des herbages et des fourrages

Integrated TOols for an optimized GRASSland and forage utilization

decision support system, grass growth, yield, forage quality, secondary metabolites, forage conservation, weeds, climatic factors

Situation initiale et problématique

L'optimisation de l'alimentation à base d'herbe est aujourd'hui considérée comme un élément central dans les efforts visant à améliorer les systèmes de production de ruminants, pour des raisons environnementales, d'autonomie alimentaire, de bien-être et de santé des animaux, ainsi que pour des raisons d'image des produits d'origine animale. Pour assurer une bonne valorisation de la ressource herbagère, il est indispensable de pouvoir estimer à la fois son potentiel de production, la croissance de l'herbe en temps réel, ainsi que la qualité nutritionnelle et physiologique des fourrages produits. De plus, la valeur agronomique et sociétale des herbages ne se réduit pas à leur productivité mais inclut de nombreux autres services (multifonctionnalité). La recherche de compromis optimisant la multifonctionnalité des herbages nécessite donc une approche intégrant ces divers services.

Les performances des herbages, tant en ce qui concerne leur productivité que la fourniture d'autres services, sont fortement influencées par un jeu complexe d'interactions entre les conditions pédo-climatiques locales, la composition botanique des herbages et les pratiques de gestion. Les services fournis par les herbages sont de ce fait souvent mal quantifiés. De plus, il est difficile de prévoir les effets des aléas climatiques sur la production. Dans le contexte du changement climatique, il est essentiel d'améliorer ces prévisions, par exemple à l'aide de modèles simulant la croissance en fonction des facteurs climatiques.

Pour estimer la valeur nutritive d'un herbage, il existe actuellement des tables de référence qui tiennent compte du type botanique et du stade de développement des plantes. La précision de cette méthode n'est toutefois pas toujours satisfaisante. L'appréciation de la qualité des fourrages produits sur nos herbages est en effet rendue particulièrement difficile par les contrastes très marqués de composition botanique et de conditions pédo-climatiques entre sites de production, et du fait de la variabilité interannuelle. A cela s'ajoutent plusieurs facteurs intervenant durant la conservation du fourrage (par exemple degré de préfanage, densité dans le silo, salissures) et jouant un rôle important pour la qualité des conserves. La détermination de la digestibilité *in vivo* est importante pour valider les méthodes *in vitro*.

Les prairies permanentes sont constituées d'un grand nombre d'espèces végétales dont certaines contiennent des substances bioactives influençant le métabolisme des herbivores. Des études récentes ont montré que des légumineuses riches en tanins condensés peuvent améliorer la valorisation de l'azote par les ruminants, réduire les émissions dues à la fermentation entérique et influencer positivement la qualité des produits d'origine animale. Le genre d'effets et leur expression sont cependant très contrastés, ce qui suggère que les substances bioactives doivent avoir des mécanismes d'action différents en fonction de leur concentration et de leur composition chimique.

La maîtrise de la composition botanique des herbages est un élément clef pour le maintien du potentiel de production. La conduite des herbages doit notamment s'adapter aux problèmes causés par les mauvaises herbes, en développant des stratégies de lutte évitant l'utilisation d'herbicide et restant raisonnables en termes de travail.

La complexité des interactions influençant les performances des herbages rend le développement d'outils d'aide à la décision nécessaire à l'optimisation de l'alimentation à base d'herbe. Ces outils devront intégrer les aspects quantitatifs et qualitatifs de la production herbagère et appréhender la multifonctionnalité des herbages.

Objectifs et questions de recherche

L'objectif global de ce projet est d'améliorer la caractérisation de la productivité et des autres services fournis par les herbages (multifonctionnalité), ainsi que de la qualité nutritionnelle et physiologique des fourrages. Cela dans le but de développer des outils d'aide à la décision intégrant les aspects quantitatifs et qualitatifs de la production herbagère afin d'optimiser l'utilisation des herbages et de leurs conserves. Ce projet lie étroitement les questions de gestion et de productivité des herbages à celles de l'utilisation des fourrages produit dans la ration des ruminants.

Les objectifs spécifiques sont les suivants :

1. Comblé le manque de références en ce qui concerne la productivité, la qualité et la multifonctionnalité des herbages.
2. Préciser l'influence des facteurs climatiques et pédologiques sur la croissance et le développement phénologique de l'herbe, la productivité des herbages, la qualité des fourrages et les besoins en fertilisation, dans le contexte des fortes variations interannuelles et du changement climatique.
3. Améliorer l'estimation de la croissance de l'herbe et de la productivité des herbages, notamment avec le modèle de croissance ModVege.
4. Valider les méthodes d'analyse *in vitro* de la digestibilité du fourrage par le biais de déterminations *in vivo* de cette digestibilité.
5. Améliorer l'estimation de la qualité du fourrage frais et conservés, notamment par l'amélioration de méthodes *in vitro* et par la caractérisation des facteurs influençant la valeur nutritive des conserves.
6. Déterminer la digestibilité *in vitro* et la composition chimique d'un choix d'espèces végétales des prairies permanentes et/ou des surfaces d'estivage.
7. Déterminer les mécanismes d'action des substances bioactives dans le système digestif des ruminants.
8. Développer une stratégie de lutte biologique contre les rumex et un mode d'utilisation des prairies évitant la prolifération des millets (sétaires).
9. Développer une typologie fonctionnelle des herbages sur la base de leur composition botanique et prenant en compte leur capacité à rendre d'autres services (multifonctionnalité).
10. Développer des recommandations et des outils d'appréciation, de gestion et de prévision, notamment au travers de la modélisation et de la typologie, permettant aux agriculteurs d'optimiser l'utilisation des herbages dans leur système de production et de réagir face aux aléas climatiques.

La réalisation des échantillonnages et des analyses nécessaires à l'atteinte de l'objectif 7 dépend de l'obtention de fonds tiers.

La possibilité d'utiliser la base de données développée dans le projet ALL-EMA (esquisse n° 18.16.19.6.01) pour appuyer la caractérisation de la composition botanique des prairies permanentes sera évaluée.

Les données récoltées pour atteindre les buts 1 à 3 contribueront également à la prochaine révision des « Principes de la fertilisation des cultures agricoles en Suisse » (esquisse n° 18.14.19.2.02 « Ressourcennutzung in Agrarökosystemen »).

Contribution concrète au CSR n° 1 (décrire en quelques phrases la contribution concrète et les nouvelles connaissances relatives au CSR, en précisant clairement le lien thématique avec les questions de recherche formulées dans le CSR)

En aidant à l'optimisation de l'utilisation des herbages, le projet contribue à une utilisation durable et efficiente de la ressource herbagère dans le sens d'une intensification durable de la production. Le projet cherche aussi à mieux cerner la résistance et la résilience des prairies et pâturages, et les caractéristiques qui expliquent les différences de réponse des prairies. Il apporte donc des éléments de réponse à plusieurs questions centrales du CSR1.

Il contribue directement aux objectifs suivants du CSR1:

- Gestion des herbages pour une amélioration durable de l'utilisation de la biomasse produite et pour la fourniture d'autres services écosystémiques (multifonctionnalité). Objectif général du CSR1; objectifs 1, 2, 5, 6, 8, 9 et 10 du projet.
- Utilisation efficace des fourrages et stratégies adaptées aux conditions locales (outils d'aide à la décision, influence des facteurs pédo-climatiques, caractérisation de la productivité des herbages et de la qualité des fourrages). Objectif "Wiesen und Weiden nachhaltig bewirtschaften und Futter effizient nutzen" du CSR1; objectifs 1, 2, 3, 4 et 5 du projet.
- Développement de stratégies d'évitement et de lutte contre les mauvaises herbes (rumex et sétaies). Objectif "Leistungsfähigkeit und Ökologie steigern" du CSR1; objectif 8 du projet.
- Options d'adaptation au changement climatique (modélisation de l'effet des facteurs climatiques sur la pousse de l'herbe et la qualité du fourrage, outils d'aide à la décision prenant en compte ces facteurs). Objectif "Leistungsfähigkeit und Ökologie steigern" du CSR1; objectifs 2, 3 et 10 du projet.
- Utilisation ciblée des caractéristiques des espèces végétales et de leurs constituants, y compris pour une réduction des émissions liées à la production animale (digestibilité de la matière organique, mécanismes d'action des substances bioactives). Objectif "Gezielte Nutzung von Pflanzeigenschaften und Inhaltsstoffen" du CSR1; objectifs 6 et 7 du projet.
- Valorisation de la biomasse produite par les herbages pour la production animale. Objectif « Nachhaltige Grasland-produktionssysteme » du CSR1; objectifs 4, 5, 6, 7 et 9 du projet.

Contribution à max 3 autres CSR (décrire en quelques phrases la contribution concrète relative aux questions de recherche formulées dans le CSR)

au CSR n° 5 : lutte biologique contre les rumex; gestion des herbages pour contrôler les millets (sétaies)

au CSR n° 6 : amélioration de l'estimation des valeurs nutritives des fourrages frais et conservés

au CSR n° 17 : quantification de l'effet des facteurs climatiques sur la pousse de l'herbe pour adapter les stratégies

Utilité principale pour l'agriculture biologique (dans le cas d'une contribution, la décrire concrètement en quelques phrases)

Appréciation et prévision quantitative et qualitative des ressources herbagères, caractérisation de la qualité des fourrages, aide à la décision pour la gestion des prairies et des pâturages, substances bioactives dans l'affouragement, lutte biologique contre les plantes indésirables

Matériel et méthodes (description sommaire)

Les méthodes sont numérotées en fonction des numéros des objectifs spécifiques qu'ils concernent (section „Objectifs et questions de recherche“).

1. Détermination du rendement, de la valeur nutritive du fourrage, de la diversité spécifique et fonctionnelle de la communauté végétale, ainsi que d'indicateurs de fertilité du sol sur un réseau de parcelles couvrant une large gamme de conditions climatiques, pédologiques et de types d'herbages. Ces parcelles seront localisées chez des éleveurs selon une stratification climatique des régions suisses.
2. Caractérisation du développement quantitatif et qualitatif de la biomasse des herbages, détermination du prélèvement en éléments fertilisants, ainsi que suivi des données climatiques et caractérisation du sol sur le réseau de parcelle décrit ci-dessus. Construction d'une base de données réunissant les données récoltées sur l'ensemble du réseau et modélisation des effets des facteurs climatiques sur ces caractéristiques (cf. point 3).
3. Amélioration de la paramétrisation pour les herbages suisses du modèle de croissance ModVege, en s'appuyant sur les données de terrain (mesurées) obtenues sur le réseau de parcelles (points 1 et 2). Évaluation d'autres modèles en fonction de leur disponibilité.
4. Détermination de la digestibilité de la matière organique a) dans le système digestif de moutons (*in vivo*), b) dans un incubateur Ankom Daisy (*in vitro*) et c) par spectroscopie proche infrarouge (NIRS). Détermination de la composition chimique du fourrage à l'aide de méthodes d'analyse chimique par voie humide et par NIRS.
5. Du fourrage légèrement préfané sera ensilé dans des silos de laboratoire et, après désilage, différents paramètres de fermentation (pH, acides fermentaires) seront analysés afin de déterminer la qualité de l'ensilage de quelques sites choisis en fonction de la composition botanique de l'herbage. La digestibilité du fourrage du nouveau mélange standard avec esparcette sera analysée. Cf. point 4 pour l'amélioration des méthodes *in vitro*.

6. Les espèces végétales seront choisies sur la base des données existantes dans la littérature. Cf. point 4 pour les analyses au laboratoire.
7. Une fois identifiées, les substances bioactives pourront être testées pour leurs effets biologiques sur des modèles cellulaires in vitro basés sur l'utilisation des cellules épithéliales intestinales. Cette approche permettra d'étudier un effet direct sur l'expression de gènes codant pour des canaux d'absorption ou encore d'évaluer un éventuel effet inflammatoire de ces substances sur la muqueuse épithéliales. Une étude fonctionnelle sur la perméabilité de la couche épithéliale et sur ces capacités de transport pourra se faire à l'aide d'un Ussing chamber. Ce dernier instrument permettra aussi de vérifier des effets immédiats sur des préparations tissulaires d'épithélium intestinal *ex vivo*.
8. Suivi au champ de la mortalité des rumex après l'application d'œufs de *Pyropteron chrysidiforme* selon différents procédés. L'essai rumex fait partie d'un projet financé par la Commission Européenne. Essai sur deux prairies infestées par *Setaria pumila* testant les effets de la hauteur de fauche, de la durée de l'intervalle entre les fauches et du sursemis sur l'abondance de la sétaire. L'essai sétaire est intégré dans un projet piloté par le canton de Nidwald et comportant un important volet de développement du conseil aux éleveurs.
9. Intégrer les connaissances acquises autour de la multifonctionnalité des différents types d'herbages (points 1, 2, 5, 6 et 7) afin de créer une typologie pour classer les types d'herbages en fonction des services rendus (services d'approvisionnement, de conservation de la biodiversité et de régulation).
10. Mise à disposition de références de saison sur la croissance de l'herbe et d'outils d'appréciation et de prévision pour l'aide à la gestion des herbages en fonction des conditions climatiques (internet). Publier les résultats dans des publications axées sur la pratique et utiliser les organisations faîtières et les plateformes de communication (p. ex. ADCF) pour échanger les connaissances avec les éleveurs.

Bibliographie (toutes dernières connaissances / ne citer que quelques publications propres et étrangères scientifiques et axées sur la pratique)

- Andueza, D., Rodrigues, A., Picard, F., Rossignol, N., Baumont, R., Cecato, U. & Farruggia, A. (2016) Relationships between botanical composition, yield and forage quality of permanent grasslands over the first growth cycle. *Grass and Forage Science* 71, 366-378.
- Azuhwi, B. N., Boller, B., Dohme-Meier, F., Hess, H. D., Kreuzer, M., Stringanod, E. & Mueller-Harvey, I. (2013) Exploring variation in proanthocyanidin composition and content of sainfoin (*Onobrychis viciifolia*). *Journal of the Science of Food and Agriculture* 93, 2102–2109.
- Brophy, C., Finn, J.A., Lüscher, A. *et al.* (2017) Major shifts in species' relative abundance in grassland mixtures alongside positive effects of species diversity in yield: A continental-scale experiment. *Journal of Ecology*, DOI 10.1111/1365-2745.12754
- Calanca, P., Deléglise, C., Martin, R., Carrère, P. & Mosimann, E. (2016) Testing the ability of a simple grassland model to simulate the seasonal effects of drought on forage growth. *Field Crops Research* 187, 12-23.
- Connolly, J., Sebastià, M.-T., Kirwan, L. *et al.* (2017) Weed suppression greatly increased by plant diversity in intensively managed grasslands: a continental-scale experiment. *Journal of Applied Ecology*, DOI 10.1111/1365-2664.12991
- Deléglise, C., Meisser, M., Mosimann, E., Spiegelberger, T., Signarbieux, C., Jeangros, B. & Buttler, A. (2015) Drought-induced shifts in plants traits, yields and nutritive value under realistic grazing and mowing managements in a mountain grassland. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 213, 94-104.
- Dumont, B., Andueza, D., Niderkorn, V., Lüscher, A., Porqueddu, C. & Picon-Cochard, C. (2015) A meta-analysis of climate change effects on forage quality in grasslands: perspectives for mountain and Mediterranean areas. *Grass and Forage Science* 70, 239-254.
- Fariaszewska, A., Aper, J., Van Huylbroeck, J., Baert, J., De Riek, J., Staniak, M. & Pecio Ł. (2017) Mild drought stress-induced changes in yield, physiological processes and chemical composition in *Festuca*, *Lolium* and *Festulolium*. *Journal of Agronomy and Crop Science* 2013, 103-116.
- Gardarin, A., Garnier, E., Carrère, P., Cruz, P., Andueza, D., Bonis, A., Colace, M. P., Dumont, B., Duru, M., Farruggia, A., Gaucherand, S., Grigulis, K., Kernéis, É., Lavorel, S., Louault, F., Loucugaray, G., Mesléard, F., Yavercovski, N. & Kazakou, E. (2014) Plant trait-digestibility relationships across management and climate gradients in permanent grasslands. *Journal of Applied Ecology* 51, 1207–1217.
- Grosse Brinkhaus, A., Wyss, U., Arrigo, Y., Girard, M., Bee, G., Zeitz, J. O., Kreuzer, M. & Dohme-Meier, F. (2017) In vitro ruminal fermentation characteristics and utilisable crude protein supply of sainfoin and birdsfoot trefoil silages and their mixtures with other legumes. *Animal* 11, 580-590.
- Hahn, M.A., Schaffner, U., Häfliger, P. & Lüscher, A. (2016) Establishment and early impact of the native biological control candidate *Pyropteron chrysidiforme* on the native weed *Rumex obtusifolius* in Europe. *BioControl* 61, 221-232.
- Hofer, D., Suter, M., Buchmann, N. & Lüscher, A. (2017) Nitrogen status of functionally different forage species explains resistance to severe drought and post-drought overcompensation. *Agriculture Ecosystems & Environment* 236, 312-322.

- Hofer, D., Suter, M., Haughey, E., Finn, J. A., Hoekstra, N. J., Buchmann, N. & Lüscher, A. (2016) Yield of temperate forage grassland species is either largely resistant or resilient to experimental summer drought. *Journal of Applied Ecology* 53, 1023-1034.
- Huguenin-Elie, O., Mosimann, E., Schlegel, P., Lüscher, A., Kessler, W. & Jeangros, B. (2017) 9/ Fertilisation des herbages. *Recherche Agronomique Suisse* 8 (6), 9/1-9/22.
- Husse, S., Lüscher, A., Buchmann, N., Hoekstra, N.J. & Huguenin-Elie, O. (2017) Effects of mixing forage species contrasting in vertical and temporal nutrient capture on nutrient yields and fertilizer recovery in productive grasslands. *Plant and Soil*, DOI 10.1007/s11104-017-3372-0
- Landwehr, A., Oberson, A., Lessard-Therrien, M., Humbert, J.-Y., Arlettaz, R. & Huguenin-Elie, O. (2017) Effects of irrigation on phosphorus in soil, soil microbes and plants of semi-natural grasslands. *Grassland Science in Europe* 22, 348-350.
- Malisch, C.S., Suter, D., Studer, B., & Lüscher, A. (2017) Multifunctional benefits of sainfoin mixtures: Effects of partner species, sowing density and cutting regime. *Grass and Forage Science*, DOI: 10.1111/gfs.12278
- Meisser, M., Deléglise, C., Mosimann, E., Signarbieux, C., Mills, R., Schlegel, P., Buttler A. & Jeangros, B. (2013) Effets d'une sécheresse estivale sévère sur une prairie permanente de montagne du Jura. *Recherche Agronomique Suisse* 4, 476-483.
- Vuffray, Z., Deléglise, C., Amaudruz, M., Jeangros, B., Mosimann, E. & Meisser, M. (2016) Développement phénologique des prairies de fauche – 21 ans d'observations. *Recherche Agronomique Suisse* 7 (7-8), 322-329.
- Wyss U., Dettling T. & Reidy B., 2016. Silagequalitäten im Berggebiet: eine Praxisuntersuchung. *Agrarforschung Schweiz* 7 (4), 188-195.

Teaser et résumé succinct du projet pour la communication/Internet
(Teaser: max. 400 caractères; résumé succinct: max. 800 caractères, espaces inclus)

Nos herbages fournissent de multiples services en fonction de leur gestion, de leur composition botanique et du climat. Appréhender la multiplicité de ces services et optimiser leur fourniture nécessite d'intégrer productivité, qualité, conservation et utilisation des fourrages, ainsi que préservation de l'environnement dans des outils d'aide à la décision. Voici l'objectif de ce projet.

Les herbages suisses fournissent de multiples services en fonction de leur gestion, des espèces végétales qui les composent et des conditions pédo-climatiques. Pour que l'éleveur, ou tout autre décideur, puisse appréhender ces services dans leur diversité et optimiser leur fourniture pour des conditions et des systèmes de production contrastés, il est nécessaire d'intégrer productivité des herbages, qualité, conservation et utilisation des fourrages dans la ration des ruminants, ainsi que différents aspects environnementaux dans des outils d'aide à la décision transversaux. Ce projet a pour objectif de développer de tels outils en liant les questions de gestion et productivité des herbages à celle de l'utilisation des fourrages dans la ration, en portant une attention particulière sur l'effet des facteurs pédo-climatiques.

Approbation du projet

Date:	28-08-2017	Visa R GR:	dofr, moer, luan
Date:	31.10.2017	Visa R DR / R DC:	hehd
Date:	31.10.2017	Visa R CSR:	hehd



SFF 2

Ressourceneffiziente Anbaumethoden und -systeme für den Ackerbau und die Spezialkulturen entwickeln

AutorInnen	Christoph Carlen, Bernard Jeangros, Olivier Viret, Robert Baur, Stephan Pfefferli
Begleitende WissenschaftlerInnen	Catherine Baroffio, Andreas Naef
Verantwortliche/r BereichsleiterIn	Christoph Carlen
Research Peer	Brice Dupuis

Zusammenfassung

Die Landwirtschaft steht angesichts des globalen Bevölkerungswachstums, der sich verändernden wirtschaftlichen Rahmenbedingungen sowie der steigenden gesellschaftlichen Ansprüche vor der Herausforderung, die Primärproduktion zu halten oder gar zu erhöhen, die Wettbewerbsfähigkeit zu verbessern und die Erbringung der Ökosystemleistungen zu gewährleisten. Mit Blick auf die knapper werdenden Ressourcen ist zudem die Ressourceneffizienz in der landwirtschaftlichen Produktion zu verbessern, ohne dass dadurch Produktqualität und -sicherheit oder die ökologischen Errungenschaften gefährdet werden.

Unter Einsatz neuer Technologien und der gezielten Nutzung von Innovationen sind die Resilienz nachhaltig intensivierter Produktionsverfahren und Anbausysteme und ihre Ressourceneffizienz durch eine gezielte Nutzung natürlicher Prozesse und Regulierungsmechanismen weiter zu entwickeln und zu steigern, sodass sie auch unter veränderten wirtschaftlichen Rahmenbedingungen wettbewerbsfähig sind. Zur Verbesserung der Wertschöpfung von Acker- und Spezialkulturen werden effiziente Anbaumethoden und Nachernteverfahren entwickelt, die vor allem die Qualität der Produkte erhöhen und die Konkurrenzfähigkeit der Landwirtschaft verbessern.

Ausgangslage und Hintergrund

Die heutige Land- und Ernährungswirtschaft der Schweiz ist in die globalen Märkte eingebunden, beim Handel von Nahrungs-, aber auch von Produktionsmitteln. Neben diesen sich ändernden wirtschaftlichen Rahmenbedingungen steht der ganze Bereich vor grossen Herausforderungen bezüglich sich ändernden Produktionsbedingungen wie zum Beispiel Klimaänderung, Wandel der landwirtschaftlichen Strukturen und steigende Anforderungen der Gesellschaft. In der Vergangenheit hat Agroscope Anbaumethoden für Acker- und Spezialkulturen in der Schweiz entwickelt und zur Verfügung gestellt, die einen wirtschaftlichen Pflanzenbau bei gleichzeitiger Schonung der Umwelt ermöglichen. Das hat wesentlich zum Aufbau der integrierten Produktion und zur Weiterentwicklung von Methoden des biologischen Anbaus beigetragen (Baur und Gut 2000; Nemecek *et al.* 2011; Steiner 1977; Steffek *et al.* 2003; Viret 2014). Die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten ermöglichten die Anbaumethoden und -systeme zu verbessern und sie damit neuen Herausforderungen anzupassen.

Bei den Herausforderungen an den Schweizer Nutzpflanzenbau haben sich in den letzten Jahren die Akzente verschoben. Die Gesellschaft fordert einerseits mehr denn je die Bereitstellung von Lebensmitteln, bei denen ein absolutes Minimum an Hilfsstoffen eingesetzt wird. Andererseits muss der Pflanzenbau rentabel sein. Um die Konkurrenzfähigkeit der Schweizer Landwirtschaft zu verbessern sind einerseits die Produktionskosten mit neuen, effizienten Anbausystemen und Nachernteverfahren zu senken, die es erlauben den Einsatz von Arbeitskräften und Produktionsmitteln zu reduzieren und andererseits die Wertschöpfung mit höherer Produktqualität zu fördern.

Durch eine stetig wachsende Bevölkerung und die kontinuierliche Urbanisierung muss die Landwirtschaft tendenziell mehr und qualitativ hochwertige Produkte auf weniger Fläche produzieren. Die für Ackerkulturen genutzte Fläche nahm zwischen 1985 und 2009 um 25% ab, bei Obst-, Reb- und Gartenbau gar um 30% (BFS 2015, Bertschinger *et al.* 2015). Der auf den bebauten Flächen erzielte, gesamte Produktionswert blieb aber weitgehend konstant. War vor 20 bis 25 Jahren noch vom Bedarf für eine ökologische Extensivierung die Rede, so besteht nun Bedarf für eine nachhaltige Intensivierung der Produktion, d.h. die Produktion der Landwirtschaft steigern trotz kontinuierlich abnehmender Landreserven und unter Minimierung möglicher Umweltwirkungen (Bertschinger *et al.* 2015). Die Steigerung der Ökosystemleistungen der Primärproduktion muss dabei eine wettbewerbsfähige Produktion

erlauben (Cassmann 1999; Tittone 2013). Die Effizienz des Einsatzes der sich verknappenden Ressourcen (wie beispielsweise Anbaufläche, Nährstoffe, Wasser und Energie) muss markant verbessert werden. Ein entscheidender Ansatz ist diesbezüglich, das Ertragspotenzial der Nutzpflanzen weiter zu steigern und die Differenz zwischen Ertragspotenzial und erzieltm Ertrag zu minimieren (Bommarco *et al.* 2012). Basierend auf dieser Ausgangslage geht es in diesem SFF auch um das genetische Potenzial der Nutzpflanzen in Kombination mit einem reduzierten Einsatz von Ressourcen besser zu nutzen. In diesem SFF steht vor allem der Aspekt der verbesserten Ausnutzung des genetischen Potentials der Nutzpflanzen in Kombination mit einem reduzierten Einsatz von Ressourcen im Fokus. Weiter sind natürliche Regulierungsmechanismen zu fördern und alternative Anbaumethoden zu entwickeln, die auch die Umwelt schonend behandeln. Auch alternative Düngungsformen für Nutzpflanzen, Recyclingdünger, Erhöhung der Nährstoffeffizienz und möglichst lokal geschlossene Stoffkreisläufe mit weniger Verlusten sind gefragt. Weiter sind auch der effiziente Umgang mit Wasser mittels Defizitbewässerung und moderner Technologien zu berücksichtigen, sowie eine schonende und effiziente Regulierung der Begleitflora.

Die Produktionssysteme im Ackerbau und in den Spezialkulturen sollen eine nachhaltige und effiziente Nutzung natürlicher Ressourcen erlauben und die Resilienz der Anbausysteme im Kontext von Klimawandel, Strukturwandel und sich ändernden wirtschaftlichen Rahmenbedingungen verbessern. Ein wichtiger Ansatz ist dabei auch die konservierende Landwirtschaft, die insbesondere eine schonende Bodenbearbeitung, permanente Bodenbedeckung sowie eine angepasste Fruchtfolge berücksichtigt.

Das SFF entwickelt und macht effiziente Anbaumethoden und -systeme für spezifische Schweizer Anbaubedingungen verfügbar. Dabei leistet es Beiträge zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit, zum Schutz der Umwelt und damit auch zur Resilienz und gesamthaft zur Nachhaltigkeit des Schweizer Nutzpflanzenanbaus.

Nationales und internationales Forschungsumfeld

Die Schweizerische Agrarpolitik geht von einem multifunktionalen Verständnis der Landwirtschaft aus (Bundesverfassung, Art. 104). Im Vordergrund stehen einerseits die Bedürfnisse der Konsumenten und Konsumentinnen nach sicherer Versorgung mit gesunden Lebensmitteln und andererseits der Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen wie Boden, Wasser und Luft. Die Land- und Ernährungswirtschaft ist gefordert, den Weg für ein nachhaltiges Ernährungssystem Schweiz zu beschreiten. Dabei geht es vor allem um die Verbesserung der Ressourceneffizienz der Ernährungssysteme und um die Verminderung deren Umweltwirkungen bei gleichzeitiger Sicherstellung der Ernährungssicherheit und einer hohen Wertschöpfung. Die Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft steht vor der Herausforderung in den kommenden Jahrzehnten die Ernährungssicherheit in der Schweiz zu halten oder zu verbessern, den schonenden Umgang mit Ressourcen im In- und Ausland zu fördern und gleichzeitig ein erfolgreicher, wettbewerbsfähiger Teilnehmer am globalen und nationalen Markt zu sein. Dabei sind mittels Forschung Erkenntnisse zu gewinnen, die helfen eine gute Agrarpraxis («best practices») und politische Massnahmen («best policies») zu formulieren, so dass die aus den globalen und lokalen Veränderungen entstehenden Risiken vermieden und Chancen für den Schweizer Nutzpflanzenbau genutzt werden.

In diesem Zusammenhang zählt Agroscope neben dem Departement der Agrar- und Lebensmittelwissenschaften an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich (ETHZ), der Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften (HAFL) in Zollikofen und dem Forschungsinstitut für Biologischen Landbau (FiBL) zu den nationalen Kompetenzzentren in der Forschung zum Nutzpflanzenanbau. Die Pflanzenwissenschaftlichen Fakultäten der anderen Schweizer Universitäten fokussieren weitgehend auf Grundlagenforschung in den Bereichen Pflanzenphysiologie, Pflanzengenetik, Schädlings- und Krankheitsabwehr. Die Schweizer Hochschulen hingegen haben Schwerpunkte im Anbau und in der Anwendung gelegt. Bei der Haute Ecole Spécialisée de Changins (HES-SO) stehen Oenologie und Weinbau, bei der Haute Ecole Spécialisée de Lullier (HEPIA) Gartenbau und bei der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) in Wädenswil sowie der Hochschule für Ingenieurwissenschaften in Sitten (HES-SO) die Lebensmittelwissenschaften im Vordergrund. Viele Forschungsgruppen von Agroscope arbeiten gemeinsam mit den Professuren und Arbeitsgruppen der Schweizer Forschungseinrichtungen an gemeinsamen Projekten oder pflegen eine informelle Zusammenarbeit. Dieses SFF hat zahlreiche Schnittstellen mit Aktivitäten an der ETHZ im Bereich Pflanzenernährung, «smart farming» und Qualität von pflanzlichen Erntegütern, sowie mit den Hochschulen und dem FiBL in den Bereichen Anbaumethoden, Anbausystemen und Nachernteverfahren. Weitere Schnittstellen bestehen auch zu verschiedenen Programmen wie AgroCleanTech betreffend der potentiellen Steigerung der Landwirtschaft zur Energieeffizienz und Energieproduktion aus erneuerbaren Energien (für weitere Informationen siehe www.agrocleantech.ch).

Im internationalen Umfeld gibt es zahlreiche Schnittstellen mit diesem SFF, wie die Themen der Arbeitsgruppe der UNO-Generalversammlung betreffend «Open Working Group on Sustainable Development Goals» (<https://sustainabledevelopment.un.org/owg.html>) oder die FAO-UNEP «Sustainable Food Systems» Programme» (www.fao.org/ag/ags/sustainable-food-consumption-and-production) zeigen. Beide Aktivitäten werden von der Schweiz unterstützt. Sie befassen sich unter anderem mit der Sicherstellung von Lebensmittelproduktionssystemen, die eine Steigerung der Produktivität und Produktion ermöglichen, die zum Schutz der Ökosysteme beitragen, die die Anpassungsfähigkeit an den Klimawandel wie zum Beispiel an extreme Wettersituationen, an Trockenheit, an

Überschwemmungen und an andere Katastrophen erhöhen, und die die Qualität von Land und Böden stetig verbessern. In ähnlicher Weise entspricht dieses SFF auch Strategiedokumenten und Zielen von verschiedenen internationalen Forschungsnetzwerken, wie zum Beispiel dem European Fruit Research Institutes Network (www.eufrin.org), dem European Vegetable Research Institutes Network (www.euvrin.eu), der European Fresh Produce Association (www.freshfel.org) und der Internationalen Organisation für Rebe und Wein (www.oiv.int). Auch das Europäische Forschungsrahmenprogramm «Horizon 2020» befasst sich mit dieser Problematik in den »Societal Challenges« im Sinne einer verbesserten Konkurrenzfähigkeit, Resilienz und Nachhaltigkeit der landwirtschaftlichen Produktion (call SFS-31-2016: Farming for tomorrow – developing an enabling environment for resilient and sustainable agricultural systems). In eine ähnliche Richtung zielt die FAO mit der konservierenden Landwirtschaft (Conservation Agriculture, www.fao.org/ag/ca). Sie umfasst drei Prinzipien der Pflanzenproduktion: Konservierende Bodenbearbeitung, permanente Bodenbedeckung und Fruchtfolge, was auch ein Thema in diesem SFF ist. Des Weiteren befasst sich ein Netzwerk (www.rmt-fertilisationenvironnement.org) mit der Effizienzsteigerung der Düngung in dem Agroscope auch beteiligt ist.

Die Entwicklung von wirtschaftlichen und ressourceneffizienten Anbaumethoden, resiliente Anbausysteme im Ackerbau und bei den Spezialkulturen, sowie von qualitätsschonenden Nachernteverfahren ist ein aktuelles Thema auf nationaler und internationaler Ebene. Im europäischen Umfeld gibt es neben Universitäten mit Forschungsschwerpunkten in Pflanzenbauwissenschaften wie z.B. die Universität Hohenheim in Deutschland, mit der Agroscope ein Memorandum of Understanding unterschrieben hat, die Universität Wageningen in den Niederlanden oder die Ecole supérieure d'agriculture d'Angers in Frankreich, sowie diverse nationale und regionale landwirtschaftliche Forschungsinstitute, welche praxisorientierte Forschung zu nachhaltigen Produktionssystemen betreiben. Beispielsweise gehört das Julius-Kühn-Institut (Deutschland) oder INRA (Frankreich) zu diesen Forschungsinstituten. In einigen Kulturgruppen sind diese Institute in einem europäischen Netzwerk organisiert (z.B. Eufrin, Euvrin, OIV und weitere). Für die Arbeit von Agroscope sind solche Netzwerke wichtig zur Lancierung von gemeinsamen, internationalen Projektanträgen unter anderem bei Horizon 2020, Interreg, COST.

Die drei wichtigsten Fragen, die sich national und international zur Thematik des SFF stellen, sind:

- Frage 1: Bevölkerungswachstum und Knappheit der Ressourcen:
Welche ressourceneffizienteren, optimierten Anbaumethoden und -systeme im Nutzpflanzenbau können den steigenden Nahrungsmittelbedarf durch das Bevölkerungswachstum und der absehbaren Knappheit der Ressourcen für den Nutzpflanzenbau (Boden, Wasser, Dünger, Energie, ...) gerecht werden?
- Frage 2: Wirtschaftlichkeit des Nutzpflanzenbaus:
Wie können die Produktionskosten mit neuen, effizienten Anbausystemen gesenkt werden und wie kann die Wertschöpfung des Pflanzenbaus mittels erhöhter Produktqualität verbessert werden, um die Konkurrenzfähigkeit der Schweizer Landwirtschaft zu verbessern?
- Frage 3: Resilienz der Anbausysteme:
Welche alternativen und innovativen Anbaumethoden und Nachernteverfahren für Nutzpflanzen sollen entwickelt werden, um die Resilienz der Anbausysteme zu fördern, unter anderem deren Klimaplastizität, sowie deren Plastizität gegen biotische und abiotische Stressfaktoren zu verbessern, ohne dabei die Qualität der Erntegüter und die ökologischen Errungenschaften zu gefährden?

Stellung und Positionierung von Agroscope im Forschungsfeld

Agroscope ist das Kompetenzzentrum des Bundes im Bereich der Agrarforschung und ist für die Bearbeitung dieses SFF sehr gut geeignet. Insbesondere hat Agroscope eine lange Erfahrung in der Entwicklung von Anbaumethoden und -systemen. Es hat massgeblich zur Entwicklung der Integrierten Produktion beigetragen. Eine wesentliche Stärke von Agroscope ist die Kombination von Forschungs- und Entwicklungsleistungen, wissenschaftsbasierter Politikberatung und Expertise. Bei der Politikberatung wird kurzfristig abrufbare, wissenschaftliche Kompetenz zur Verfügung gestellt, die häufig auf Resultaten langfristig angelegter und kontinuierlich bearbeiteten Fragestellungen basiert. Diese Kompetenz ist eine wichtige Basis für die Ableitung politischer Massnahmen (best policies), um z.B. resiliente und nachhaltige Anbausysteme zu fördern.

Gleichzeitig kann Agroscope vorausschauend neue Entwicklungen, Risiken und Herausforderungen frühzeitig erkennen, und somit auf zukünftige Problemstellungen reagieren. Eine wichtige Tätigkeit von Agroscope ist die nachhaltige Entwicklung und Verbesserung von Produktionssystemen in der Landwirtschaft. An der Schnittstelle von Wissenschaft, Politik und Praxis ist die Forschung von Agroscope durch einen lösungsorientierten und praxisnahen Ansatz gekennzeichnet.

Agroscope ist sehr gut positioniert für die Entwicklung von wirtschaftlichen und ressourceneffizienten Anbaumethoden, sowie resilienten Anbausysteme im Ackerbau und bei den Spezialkulturen, aufgrund ihrer anwendungsorientierten Forschung und der rechtzeitigen Erkennung von Problemen, die mittel- und langfristig nach agrarpolitischem Handeln verlangen. Weiter werden die Forschungsarbeiten von Agroscope von Stakeholder-Experten-Gruppen und Foren begleitet, priorisiert und validiert. Dabei wird transdisziplinären (Multi-actor approach) Sys-

temansätzen, sowie einer längerfristigen Forschung und Entwicklung der gebührende Stellenwert gegeben, was für die Entwicklung von innovativen Anbausystemen bedeutsam ist.

Wissenschaftliche Ziele und Forschungsfragen

Die wissenschaftlichen Ziele und Forschungsfragen betreffen die Bereitstellung von Wissen für den Nutzpflanzenbau. Dabei werden resiliente Anbausysteme und Nachernteverfahren gefördert, welche gleichzeitig die wirtschaftliche, nachhaltig intensivierte Produktion von qualitativ hochstehenden pflanzlichen Erntegütern unterstützen und die Risiken für Mensch und Umwelt minimieren. Folgende spezifische Fragen werden dabei behandelt:

1. Welche neu entwickelten oder verbesserten Anbaumethoden und Nachernteverfahren ermöglichen eine Stabilisierung oder Steigerung der Erträge mit verbesserter Ressourceneffizienz bezüglich Wasser, Nährstoffe (vor allem N und P) und Energie, ohne dabei die Produktqualität und -sicherheit zu reduzieren?
2. Welche neu entwickelten oder verbesserten Anbaumethoden ermöglichen den Pflanzenschutzmitteleinsatz (u. a. Herbizide) zu reduzieren oder zu vermeiden ohne Reduktion der Erträge und der Produktqualität?
3. Wie wirken sich alternative oder innovative Anbausysteme im Ackerbau und in den Spezialkulturen, wie die konservierende Landwirtschaft (schonende Bodenbearbeitung, möglichst permanente Bodenbedeckung, angepasste Fruchtfolge), Mischkulturen, biologische Landwirtschaft und Massnahmen zur Förderung der Jungendentwicklung der Kulturen, sowie neue Nachernteverfahren auf Ressourceneffizienz, Resilienz, Rentabilität und Risiko für Mensch und Umwelt aus?
4. Wie wirken sich verschiedene Anbaumethoden in Kombination mit dem Standort, der Sorte und Nachernteverfahren auf die Qualität und die Marktfähigkeit der Produkte sowie die Rentabilität aus (z.B. Qualität von Ackerkulturen Abhängigkeit von Düngung, Sorte und Standort, oder z.B. Fruchtqualität im Obstbau in Abhängigkeit von Ausdünnung, Sorte und Standort)?
5. Welche neuen Erkenntnisse über den Einfluss von Anbausystemen und Standort auf Komponenten von Agrarökosystemen (u.a. Interaktion Boden, Bodenmikroorganismen und Pflanzen, sowie Symbiosen, Nährstoffflüsse, Unkräuter, Schaderreger und Krankheiten) erlauben die Entwicklung resilienter Anbausysteme, die die Ressourceneffizienz steigern, den Ertrag sichern oder erhöhen und eine hohe Produktqualität ermöglichen?
6. Welchen Einfluss haben Bioeffektoren (lebende Mikroorganismen, sowie Wirkstoffe aus Pflanzen) und Phyto-regulatoren auf das Wachstum der Nutzpflanzen, die Effizienz der Nährstoffaneignung und die Widerstandskraft gegen Stressfaktoren?

Praktischer Nutzen der Aktivitäten im Forschungsfeld und wichtigste Outcomes

Die gewonnenen Erkenntnisse dieses SFF sind die wissenschaftliche Basis für Beratungsorganisation und Behörden, eine gute Agrarpraxis («best practices») und politische Massnahmen («best policies») zu formulieren und damit resiliente Anbausysteme und Nachernteverfahren zu fördern, welche gleichzeitig die wirtschaftliche, nachhaltig intensivierte Produktion von qualitativ hochstehenden Erntegütern unterstützen und die Risiken für Mensch und Umwelt minimieren.

Die gewonnenen Erkenntnisse sind grundlegend, dass die Schweizer Landwirtschaft einerseits wettbewerbsfähig bleibt und dass andererseits die gesellschaftlichen Ansprüche nach Ernährungssicherheit und umweltschonenden Anbausystemen erfüllt werden. Die Konsumenten und die Ernährungswirtschaft können auch in Zukunft auf landwirtschaftliche Produkte aus der Schweiz setzen, welche in Bezug auf Qualität und Sicherheit einen hohen Standard aufweisen.

Was ist neu im Forschungsfeld?

Kurze Ausführung zu den Fragen «Was ist neu im Forschungsfeld im Sinne der Problem- und Fragestellung?» und «Welche neuen Forschungsaktivitäten sind geplant bzw. sind zu erwarten?». Erkenntnisse zu Anbausystemen für einjährige Kulturen, Dauerkulturen und Gewächshauskulturen basieren auf längerfristigen Forschungsansätzen, um deren Einfluss auf die Rentabilität, die Produktqualität, Ressourceneffizienz und die Resilienz beurteilen zu können.

Neuere Ansätze in diesem Strategischen Forschungsfeld zur Erlangung von Erkenntniswissen sind:

- Interaktionen zwischen Lebewesen und von natürlichen Prozessen nutzen (insbesondere im Boden mittels Zusammenarbeit mit dem SFF 15 «Den Boden schützen und standortgerecht nutzen»), sowie Bioeffektoren (lebende Mikroorganismen, sowie Wirkstoffe aus Pflanzen) testen zur Verbesserung der Ressourceneffizienz, inklusive Rezyklierung von Nährelementen und Förderung der nachhaltigen Intensivierung von Anbausystemen
- Analyse der konservierenden Landwirtschaft (möglichst pfluglose Bodenbearbeitung, permanente Bodenbedeckung und Fruchtfolge) und deren Bedeutung insbesondere für die Ackerkulturen
- Wertschöpfung der verschiedenen Kulturen verbessern mittels effizienten Anbaumethoden und Nachernteverfahren, die die Qualität der Produkte erhöhen und/oder die Produktionskosten senken.
- Biologische Anbausysteme und Nachernteverfahren zur Verbesserung und Stabilisierung der Erträge und der Qualität insbesondere für Spezialkulturen.

- Innovative Anbausysteme (insbesondere Gründünger) auf die Regulierung der Begleitflora, sowie auf die Förderung der Jungendentwicklung der Kulturen untersuchen.
- Agrartechnik und Hard- und Softwaresystemen zur Verbesserung von Anbausystemen (Zusammenarbeit mit dem SFF 11 «Produktionssysteme durch Smart Farming optimieren») für Bewässerung, Düngung, Regulierung der Begleitflora, Energiefragen) untersuchen.
- Wirtschaftliche Beurteilung neuer Produktions- und Nachernteverfahren in Zusammenarbeit mit dem SFF 13 «Potenziale erkennen, um die Wettbewerbsfähigkeit der Landwirtschaftsbetriebe zu verbessern».

Positionierung des SFF im Dreieck «Markt für Primärprodukte», «Betrieb» und «Ressourcen für die Produktion»

Markt für Primärprodukte: Die Verknappung der Landreserven und anderer Ressourcen verlangt neue Anbausysteme mit höherer Ressourceneffizienz zu erarbeiten, um eine langfristige Ernährungssicherheit zu gewährleisten. Die nachhaltige Intensivierung ist so zu gestalten, dass die Qualität der Primärprodukte optimal bleibt, um wettbewerbsfähig zu sein. Dies ist umso wichtiger, da aufgrund der Preisdifferenz zu Importprodukten die innere und äussere Qualität der Primärprodukte eine wichtige Stellung einnehmen.

Betrieb: Die Wirtschaftlichkeit der Anbausysteme ist ein entscheidender Faktor für den Betriebserfolg. Das SFF wird aufzeigen wie sich die nachhaltige Intensivierung und resiliente Produktionsprozesse auf die Wirtschaftlichkeit des Anbaus auswirken. Durch höhere Erträge pro Ressourceneinheit oder tiefere Produktionskosten mit den neuen, effizienten Anbausystemen trägt das SFF dazu bei, dass die Konkurrenzfähigkeit der Schweizer Landwirtschaftsbetriebe verbessert wird.

Ressourcen für die Produktion: Boden ist die wichtigste Ressource für den Nutzpflanzenbau. Aus verschiedenen Gründen nimmt die produktive Landwirtschaftsfläche in der Schweiz ab. Als Lösungsansatz wird in diesem SFF die nachhaltige Intensivierung berücksichtigt. Dabei wird die Effizienz des Einsatzes der für die landwirtschaftliche Produktion genutzten knappen Ressourcen gesteigert, ohne dabei bisher erzielten ökologischen Leistungen zu verringern und möglichst ohne unerwünschte Auswirkungen auf die Umwelt.

Fazit: Das SFF leistet zu allen drei Punkten einen wichtigen Beitrag. Das Forschungsfeld ist aber wohl näher den beiden Punkte «Betrieb» und den «Ressourcen» positioniert als dem «Markt».

Inhaltliche Schnittstellen zu den weiteren Forschungsfeldern

Zu folgenden SFF bestehen inhaltliche Schnittstellen, die sich durch den komplexen und ganzheitlichen Systemansatz «Land- und Ernährungswirtschaft» in diesem SFF «Ressourceneffiziente Anbaumethoden und -systeme für den Ackerbau und die Spezialkulturen entwickeln» ergeben:

- **SFF 15** «Den Boden schützen und standortgerecht nutzen»: Messen der «Qualität» der Böden und Erarbeitung von standortspezifischen Empfehlungen für eine nachhaltige und standortgerechte landwirtschaftliche Bodenbewirtschaftung durch die Landwirtschaft und zum Schutz der verschiedensten Bodenfunktionen, u.a. zur Verbesserung der Ressourceneffizienz.
- **SFF 16** «Vielfalt der Arten und Lebensräume der Agrarlandschaft fördern und nutzen»: Strategien zur Förderung von Nutzorganismen (z.B. Bestäuber, Antagonisten, Destruenten), die die Ressourceneffizienz verbessern könnten.
- **SFF 14** «Nachhaltigkeit und Ökoeffizienz der Landwirtschaft bewerten und Verbesserungsmöglichkeiten aufzeigen» Modellierung der Emissionen der schweizerischen Landwirtschaft, sowie Effizienz des Einsatzes fossiler Energie sowie von Stickstoff und Phosphor.
- **SFF 17** «Die Landwirtschaft für den Klimawandel fit machen und ihren Beitrag zum Klimawandel vermindern»: Klimaresilienz der Produktionssysteme zu stärken, die Ernährungssicherheit zu gewährleisten, und gleichzeitig die Produktionsgrundlagen (Boden, Wasser) zu schonen.
- **SFF 1** «Multifunktionale Graslandnutzung und Viehhaltung optimieren und aufeinander abstimmen»: Bedeutung von Ansaatwiesen in Fruchtfolgen.
- **SFF 3** «Leistungs- und marktfähige Pflanzensorten züchten und anbieten»: Bedeutung der Sorten mit hoher Ressourceneffizienz.
- **SFF 5** «Nachhaltigen, risikoarmen Pflanzenschutz entwickeln»: Ertrags- und Qualitätssicherung mittels Pflanzenschutz in Zusammenhang mit Ressourceneffizienz.
- **SFF 8** «Die mikrobielle Biodiversität für die Land- und Ernährungswirtschaft nutzbar machen»: Positive Beeinflussung der Land- und Ernährungswirtschaft durch mikrobielle Gemeinschaften (Mikrobiome).
- **SFF 10** «Qualität und Produktinnovation von Lebensmitteln fördern»: Einfluss von Anbaumethoden und -systemen auf Qualität der Erntegüter und Food Loss.
- **SFF 13** «Potenziale erkennen, um die Wettbewerbsfähigkeit der Landwirtschaftsbetriebe zu verbessern»: Einfluss von Anbausystemen zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit.
- **SFF 11** «Produktionssysteme durch Smart Farming optimieren»: Optimierung von Produktionssystemen mittels sensorgesteuerter, automatisierter Verfahren.

Bestehende und neu geplante Zusammenarbeiten mit anderen Forschungsinstitutionen

National

- ETH Zürich: verschiedene Zusammenarbeiten im Bereich Gründüngung, Bodenfruchtbarkeit, Pflanzenernährung, «soil improving cropping systems», Einfluss von Anbaufaktoren auf Qualität der Erntegüter (inkl. Master- und Bachelorarbeiten).
- FiBL: verschiedene Zusammenarbeiten im Bereich Anbaumethoden und -systeme für Nutzpflanzen (Beeren, Obstbau, Ackerbau, Medizinal- und Aromapflanzen).
- HAFL: Zusammenarbeit im Bereich Anbausysteme (Gründüngung).
- UNIL: Analyse von markierten N15, das von der Rebe assimiliert wurde.
- UMR (Unité mixte de recherche) Changins: verschiedene Projekte im Weinbau und Önologie (inkl. Master- und Bachelorarbeiten) divers projets de recherche en viticulture et œnologie en plus des sujets de bachelor et de master.
- HES-SO Sion: Analyse des Einflusses von Anbaufaktoren auf die Qualität von Erntegüter (Aprikosen, Medizinalpflanzen, Beeren) (inkl. Bachelorarbeiten).
- Syngenta und Nestle im Rahmen eines KTI-Projektes, u.a. zu Bewässerung (Modell Apfel für Kakao).
- CSEM Neuchâtel, Nutzung von Sensoren in Pflanzenbausystemen.

International

- INRA: verschiedene Zusammenarbeiten im Bereich Gründüngung, Pflanzenernährung, «soil improving cropping systems», «crop modelling».
- Wageningen UR und weitere Institute in Europa: COST Projekt Biogreenhouse betreffend Anbausystemen im Biogewächshaus.
- Réseau mixte technologique (RMT, France): Fertilisation & Environnement
- Universität Hohenheim und weitere Partner in einem FP7-Projekt, sowie EPFL betreffend Innovation von unter anderem Anbausystemen in Aprikosen und Erdbeeren.
- Weinbauinstitut Freiburg i. Breisgau: Développement de modèles de prévision des risques phytosanitaire pour une meilleure gestion du vignoble.
- Forschungsinstitutionen in verschiedenen Oststaaten: Nährstoffeffizienz in Landwirtschaft (Programm SCOPES von SNF).

Literatur

- Baur R. & Gut D., 2000. Begrünungspflege und Biodiversität im Deutschschweizer Rebbau. *Agrarforschung* 7 (9), I–VIII.
- Bertschinger L., Baur R., Carlen C., Frey J., Jeangros B., Kessler W., Viret O., & Mayor J.P., 2015. Forschungsbeiträge zur ökologischen Intensivierung für einen nachhaltigen Schweizer Nutzpflanzenanbau. *Agrarforschung Schweiz* 6 (9): 408–415.
- BFS (Bundesamt für Statistik), 2015. Die Bodennutzung in der Schweiz. Auswertungen und Analysen. Bearbeitet von David Altwegg und Sektion Geoinformation. ISBN 978-3-303-02125-5. 60 p.
- Bommarco R., Kleijn D. & Potts S. G., 2012. Ecological intensification: harnessing ecosystem services for food security. *Trends in Ecology and Evolution* 28 (4), 230–238.
- Cassmann K.G., 1999. Ecological intensification of cereal production systems: yield potential, soil quality, and precision agriculture. *Proc. Natl. Sei. U.S.A.* 96, 5952–5959.
- Buckwell A., Uhre A. N., Williams A., Polakova J., Blum W. E.H., Schoeger J., Lait G. J., Heissenhuber A., Schiessl P., Kramer C. & Haber W., 2014. The sustainable intensification of European Agriculture. A review sponsored by the RISE foundation. Center for European Policy Studies (CEPS). 96 p.
- Nemecek T., Dubois D., Huguenin-Eiie O. & Gaillard G., 2011. Life cycle assessment of Swiss farming systems: I. Integrated and organic farming. *Agricultural Systems* 104/3, 217–232.
- Steffek R., Bylemans D., Nikolova G., Carlen C., Faby R., Daugaard H., Tirado L., Pommier J. J., Tuovinen T., Nyerges K., Mancici L., Macnaeide F., Trandem N., Wander J., Evenhuis B., Labanowska B., Bielenin A., Svensson B., Fitzgerald J., & Blümel S., 2003. Status of integrated strawberry production practices within Europe in relation to IOBC standards. *Pflanzenschutzberichte* 61 (1), 29–39.
- Steiner H. 1977. Vers la production agricole intégrée par la lutte intégrée. *Bull. OILB/SROP* 1977/4, 153 pp.
- Tittonell P., 2014. Ecological intensification of agriculture – sustainable by nature. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 8, 53–61.
- Viret O., 2014. Integrated grape production in Switzerland and its ecological impact in reducing pesticide use. *Integrated protection and production in Viticulture IOBC-WPRS Bulletin* Vol. 105, 1–9.



Projekte des SFF 2:

Ressourceneffiziente Anbaumethoden und -systeme für den Ackerbau und die Spezialkulturen entwickeln

Projets du CSR 2:

Développement de méthodes et de systèmes cultureux économes en ressources pour les grandes cultures et les cultures spéciales

18.02.12.02.01	Production durable de la pomme de terre
18.02.12.02.02	Oléagineux et protéagineux pour des systèmes de cultures plus performants
18.02.12.06.01	Produktionssysteme Obstbau: praxisnahe Forschung und Wissenstransfer
18.02.12.07.01	Herbizidreduktion im Gemüsebau durch den Einsatz von alternativen, innovativen und smarten Bekämpfungsmethoden
18.02.12.09.02	Nacherntequalität von Obst und Gemüse
18.02.15.01.01	Systèmes de grande culture durables et résilients
18.02.15.01.02	Nutrition écologiquement efficiente des plantes de grande culture
18.02.15.02.01	Amélioration de l'efficience en serre
18.02.15.03.01	Optimisation des techniques de production en cultures de baies
18.02.15.03.02	Optimisation des techniques de production des plantes médicinales et aromatiques
18.02.15.04.02	Conception et gestion efficiente du système de verger
18.02.15.05.01	Unkrautmanagement im Ackerbau
18.02.15.06.02	Développement de techniques culturelles pour une gestion durable des ressources et une alimentation équilibrée de la vigne: incidences sur le comportement physiologique et la qualité des raisins et des vins



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Agroscope

Programme d'activité

N° de projet

PA 2018-2021

18.02.12.02.01

Désignation abrégée/acronyme du projet (max. 20 caractères)

PDT_tech

N° Domaine

12	Domaine de compétences plantes et produits d'origine végétale

N° Groupe

12.2	Variétés et techniques culturales

Chef-fe de projet/suppléant-e

Brice Dupuis / Ruedi Schwaerzel

Durée du projet

Début du projet

Fin du projet

4 ans	2018	2021

Projet

Total des jours de travail sans fonds tiers	3772
Contribution au CSR	2
Contribution à d'autres CSR	3 et 5

Enquête sur les besoins: contribution à la demande n°	Factsheet 1; 1.2; 1.5; 1.7; 1.13; 1.27; 1.28; 1.29; 2.74; 3.21; 13.196; 18.4; 18.5; 18.56; 18.86; 18.189; 23.18; 23.19; 28.71; 28.99
Le projet contient des travaux financés par des fonds tiers	☒ oui ☐ non
Le projet contient une contribution à l'agriculture biologique	☒ oui ☐ non

Titre dans la langue originale

Production durable de la pomme de terre

Production durable de la pomme de terre

Sustainable potato production

potato, variety, cultivar, seed, tuber, diseases, crop management, physiology

Situation initiale et problématique

La pomme de terre est une culture hautement spécialisée. Afin de pouvoir répondre aux exigences du marché, le producteur doit mettre en oeuvre des itinéraires culturaux adaptés aux variétés, mettre en place des stratégies de lutte efficace contre les principaux pathogènes et ravageurs de la pomme de terre et optimiser les conditions de stockage afin de garantir le maintien de la qualité de la récolte jusqu'à sa mise sur le marché.

Les techniques de culture doivent être constamment adaptées aux nouvelles variétés pour pouvoir garantir un bon rendement et une récolte de qualité. Ces techniques doivent permettre d'augmenter la résilience de la culture face aux contraintes biotiques et abiotiques.

Le stockage des pommes de terre est généralement coûteux en énergie et nécessite l'application de produits antigerms pouvant avoir des effets néfastes sur l'environnement et la santé humaine. Par conséquent, il est impératif de développer de nouvelles stratégies de stockages plus durables et moins consommatrices en ressources non renouvelables tout en gardant une qualité irréprochable.

Objectifs et questions de recherche

1. Evaluation des qualités et des défauts des nouvelles variétés de pomme de terre proposées sur le marché Suisse.
2. Adapter les techniques culturales aux nouvelles variétés de pommes de terre afin de garantir un rendement acceptable et une qualité correspondant aux critères du marché.
3. Développer des techniques culturales améliorant la résilience des variétés de pommes de terre face aux aléas climatiques. Ces techniques doivent permettre une production qualitative et quantitative en conditions limitantes (eau et éléments nutritifs principalement).

4. Développer des méthodes de stockage permettant de contrôler la germination des pommes de terre sur le long terme sans altérer la qualité de la récolte, ni nuire à la santé des utilisateurs et des consommateurs.
5. Assurer la coordination opérationnelle des activités de recherche pomme de terre au sein d'Agroscope: étude variétale, techniques culturales et de lutte contre les pathogènes ainsi que la diffusion des résultats auprès de l'interprofession.

Contribution concrète au CSR n° 0 (décrire en quelques phrases la contribution concrète et les nouvelles connaissances relatives au CSR, en précisant clairement le lien thématique avec les questions de recherche formulées dans le CSR)

Question de recherche 1 - Nouvelles méthodes de culture: techniques culturales permettant une production de pommes de terre qualitative et quantitative en conditions limitantes, principalement concernant la disponibilité en eau et en éléments nutritifs (projet H2020 SOLACE).

Question de recherche 2 - Aspects post-récolte: Prolongation de la "shelf life" des pommes de terre pour une meilleure valorisation économique sans effets néfastes pour les utilisateurs, les consommateurs et l'environnement (projet EUREKA-CTI RESPRO).

Question de recherche 4 - Adaptation des systèmes de production: utilisation de variétés de pommes de terre adaptées à leur environnement de production permettant de limiter les risques d'échec cultural liés à l'utilisation de variétés non appropriées (réseau d'étude variétale Agroscope-Swisspatat). Utilisation de la patate douce comme voie de diversification économique (essais pilotes patate douce).

Question de recherche 6 - Effet des biostimulants: utilisation d'inocula biologiques pour améliorer le prélèvement des éléments nutritifs du sol et la résistance des plantes au stress hydrique (projet H2020 SOLACE).

Contribution à max 3 autres CSR (décrire en quelques phrases la contribution concrète relative aux questions de recherche formulées dans le CSR)

au CSR n° 3 : Etude variétale pommes de terre (caractériser scientifiquement les variétés)

au CSR n° 5 : Limitation des risques liés à l'utilisation des produits phytopharmaceutiques

Utilité principale pour l'agriculture biologique (dans le cas d'une contribution, la décrire concrètement en quelques phrases)

Produits de traitement phytosanitaires biocompatibles, variétés résistantes aux maladies.

Matériel et méthodes (description sommaire)

Ce projet s'inscrit dans un contexte national et international. Au niveau national, ce projet est soutenu par Swisspatat, la filière suisse de la pomme de terre par l'intermédiaire d'un partenariat public-privé (PPP) articulé autour d'un réseau d'étude variétale pomme de terre commun à Agroscope et Swisspatat. Au niveau international, ce projet s'inscrit dans trois groupes de travail: (i) le projet EUPHRESKO Dickeya-Pectobacterium, (ii) la PVYwide organization et (iii) le groupe "seed-potatoes" de l'UNECE.

Les activités prévues dans le cadre du projet sont les suivantes:

2018:

- Tâches légales et de conseil – coordination du réseau d'étude variétale pomme de terre Agroscope-Swisspatat.
- Recherche appliquée – 1^{ère} année d'essai (essai préliminaire) d'augmentation de la résilience des pommes terre à la sécheresse et au déficit en N/P par inoculation de micro organisme (projet H2020, sous réserve de disponibilité de micro organismes) ; troisième année d'essais en petites cellules de recherche d'alternatives au CIPC pour le stockage des pommes de terre (projet EUREKA-CTI RESPRO).
- Valorisation – publication de la liste recommandée pommes de terre, publication d'un article revue suisse traitant de l'acclimatation de la patate douce.

2019:

- Tâches légales et de conseil – coordination du réseau d'étude variétale pomme de terre Agroscope-Swisspatat.
- Recherche appliquée – Essai d'augmentation de la résilience des pommes terre à la sécheresse et au déficit en N/P par inoculation de micro organisme (année 2) et par l'introduction de légumineuses dans la rotation (année 1) (projet H2020) ; première année d'essais en grandes cellules de recherche d'alternatives au CIPC pour le stockage des pommes de terre (projet EUREKA-CTI RESPRO), essai variétal patates douces (sous réserve de disponibilités/-financement).
- Valorisation – publication de la liste recommandée pommes de terre, publication d'un article scientifique sur l'utilisation de la dormance des variétés de pomme de terre pour optimiser leur stockage.

2020:

- Tâches légales et de conseil – coordination du réseau d'étude variétale pomme de terre Agroscope-Swisspatat.
- Recherche appliquée – Essai d'augmentation de la résilience des pommes terre à la sécheresse et au déficit en N/P par inoculation de micro organisme (année 3) et par l'introduction de légumineuses dans la rotation (année 2) (projet

H2020) ; deuxième année d'essais en grandes cellules de recherche d'alternatives au CIPC pour le stockage des pommes de terre (projet EUREKA-CTI RESPRO), essai variétal patates douces (sous réserve de disponibilités/financement).

- Valorisation – publication de la liste recommandée pommes de terre, publication d'un article scientifique sur la résistance de la pomme de terre au stress hydrique (données essai en serre 2017).

2021:

- Tâches légales et de conseil – coordination du réseau d'étude variétale pomme de terre Agroscope-Swisspatat.
- Recherche appliquée – Essai variétal patates douces (sous réserve de disponibilités/financement).
- Valorisation – stakeholders events (projet H2020), publication de la liste recommandée pommes de terre, publication d'un article scientifique sur la résistance de la pomme de terre au stress hydrique (données essai en serre 2017), publication d'un article scientifique sur la recherche d'alternatives au CIPC.

Bibliographie (toutes dernières connaissances / ne citer que quelques publications propres et étrangères scientifiques et axées sur la pratique)

- Dupuis B., Riot G., Ballmer T., Thévoz E., Wüthrich R., Hebeisen T. (2016). Comparison of ethylene and chlorpropham for potato storage. *Agrarforschung Schweiz*; 7(1):4-11.
- Visse, M. I., Vanderschuren, H. & Dupuis, B. (2016) Alternatives to CIPC for the control of potato sprouting. in Seminar of the International Association of Students in Agricultural and Related Sciences, Nyon, Switzerland.
- Dupuis, B. (2014) Comparison of D-Carvone and ethylene treatments during storage of seed potatoes to increase the number of progeny tubers. 19th Triennial Conference of the European Association for Potato Research, Brussels; 07/2014
- Obidiegwu JE, Bryan GJ, Jones HG, Prashar A, 2015. Coping with drought: stress and adaptive responses in potato and perspectives for improvement. *Front Plant Sci* 6, 1-23.
- Pavlista AD, 2015. Scheduling Reduced Irrigation on 'Atlantic' Potato for Minimal Effect. *American Journal of Potato Research* 92, 673-83.
- Saravia D, Farfán-Vignolo ER, Gutiérrez R, et al., 2016. Yield and Physiological Response of Potatoes Indicate Different Strategies to Cope with Drought Stress and Nitrogen Fertilization. *American Journal of Potato Research* 93, 288-95.
- Stark JC, Love SL, King BA, Marshall JM, Bohl WH, Salaiz T, 2013. Potato Cultivar Response to Seasonal Drought Patterns. *American Journal of Potato Research* 90, 207-16.
- Weisz R, Kaminski J, Smilowitz Z, 1994. Water-Deficit effects on Potato leaf growth and transpiration - Utilizing fraction extractable Soil-Water for comparison with other crops. *American Potato Journal* 71, 829–40.

Teaser et résumé succinct du projet pour la communication/Internet (Teaser: max. 400 caractères; résumé succinct: max. 800 caractères, espaces inclus)

Les techniques de culture doivent être adaptées aux nouvelles variétés de pomme de terre pour garantir un bon rendement, une récolte de qualité et un stockage optimal. Agroscope collabore avec la filière pomme de terre pour caractériser les nouvelles variétés et met en place des essais visant à augmenter la résilience de la culture face aux changements climatiques et à optimiser son stockage.

Les techniques de culture doivent être adaptées aux nouvelles variétés de pomme de terre pour garantir un bon rendement, une récolte de qualité et un stockage optimal. Agroscope collabore avec la filière pomme de terre pour caractériser les nouvelles variétés et met en place des essais visant à augmenter la résilience de la culture face aux changements climatiques et à optimiser son stockage. Les nouvelles variétés sont caractérisées par l'intermédiaire d'un réseau d'étude variétale conjoint entre Agroscope et Swisspatat (la filière suisse). Les essais de luttent contre les effets du changement climatique ont pour objectif de faciliter l'absorption de l'eau et des éléments nutritifs (N et P). Enfin, Agroscope cherche des solutions écologiques pour améliorer le stockage des pommes de terre.

Approbation du projet

Date:	22.08.2017	Visa R GR:	pedi
Date:	31.08.2017	Visa R DR / R DC:	kewi
Date:	14.09.2017	Visa R CSR:	cach



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Agroscope

Programme d'activité

N° de projet

PA 2018-2021

18.02.12.02.02

Désignation abrégée/acronyme du projet (max. 20 caractères)

Oléagineux et protéagineux / PEOPLE

N° Domaine

12

Plantes et produits d'origine végétale

N° Groupe

12.2

Variétés et Techniques culturales

Chef-fe de projet/suppléant-e

Alice Baux / Ruedi Schwaerzel

Durée du projet

Début du projet

Fin du projet

4 ans

2018

2021

Projet

Total des jours de travail sans fonds tiers	1224
Contribution au CSR	2
Contribution à d'autres CSR	3, 4, 16

Enquête sur les besoins: contribution à la demande n°	Factsheet 1; CSR2: 1.1, 1.45, 2.107, 8.1, 18.55, 18.56, 23.19, 28.74; CSR3: 1.31, 13.196, 18.85
Le projet contient des travaux financés par des fonds tiers	☒ oui ☐ non
Le projet contient une contribution à l'agriculture biologique	☒ oui ☐ non

Titre dans la langue originale

Performance et Ecologie grâce au rôle des Oléagineux et Protéagineux dans Les systèmes de culture (PEOPLE)

Oléagineux et protéagineux pour des systèmes de cultures plus performants

Sustainable and efficient cropping systems integrating oil and protein crops

oléagineux ; protéagineux ; durabilité ; efficience ; association de cultures ; biodiversité;

Situation initiale et problématique

Les oléagineux produits en Suisse, colza et tournesol, sont destinés à l'alimentation humaine et sont bien valorisés. Le tournesol, peu exigeant en intrants, voit sa progression limitée géographiquement par le climat. Le colza, mieux adapté, est très bien implanté en Suisse. Son potentiel de rendement est élevé et ne cesse de croître avec les nouvelles variétés. Sa production est souvent intensive afin d'assurer le potentiel de la culture grâce à une fertilisation azotée élevée et protection phytosanitaire souvent importante. Le choix de variétés efficaces et tolérantes aux pathogènes, la lutte intégrée contre les ravageurs, et un meilleur ajustement de la fertilisation azotée permettront de réduire les interventions systématiques tout en maintenant un rendement élevé.

Les légumineuses occupent une place privilégiée dans la rotation mais sont pénalisées par des rendements très variables et des débouchés limités. Ainsi, le pois, principale culture protéagineuse en Suisse, reste peu prisé des agriculteurs. La production d'autres espèces destinées à l'alimentation humaine (soja, lentilles, etc.) et l'association de cultures permettra de renforcer la part de légumineuses dans la rotation. La diversification des cultures, l'allongement des rotations, et l'introduction de nouvelles espèces (en association ou en culture pure, récoltées ou non) sont autant d'outils permettant de réduire la pression de maladies et de ravageurs, et d'améliorer la fertilité des sols grâce aux légumineuses.

Il s'agira de maintenir une production indigène d'huile et de protéines végétales de qualité avec un moindre impact sur l'environnement grâce au développement et à la diffusion de systèmes de culture plus résilients basés sur la diversification des espèces, l'allongement des rotations et l'association des cultures.

Objectifs et questions de recherche

- rendre la production de colza moins exigeante en intrants.
- évaluer le potentiel de développement du tournesol dans les systèmes de production à faible intrants.
- proposer de nouvelles espèces protéagineuses et évaluer leur potentiel dans la rotation.
- identifier et décrire et recommander les variétés de colza et de soja correspondant aux exigences de qualité des consommateurs, et adaptées aux conditions de production suisses.

Contribution concrète au CSR n° 2 (décrire en quelques phrases la contribution concrète et les nouvelles connaissances relatives au CSR, en précisant clairement le lien thématique avec les questions de recherche formulées dans le CSR)

QR 1 et 3 : Les associations d'espèces, à récolter ou non, permettront d'améliorer l'efficacité des ressources, à condition de limiter l'effet de la compétition entre elles. Les associations céréales-légumineuses, et le semis de colza sous couvert de légumineuses seront plus spécifiquement étudiés. L'objectif sera une diminution des intrants tout en conservant ou améliorant la production et la qualité des produits.

QR 4 : La diversification de la production permettra de mieux s'adapter au site et à la demande locale. Par exemple le développement de cultures tolérantes à la sécheresse (tournesol, pois chiche) ou l'introduction de légumineuses dans les rotations courtes, permettront d'améliorer la rentabilité des systèmes les plus fragiles.

QR 5 : Les systèmes basés sur des associations d'espèces seront étudiés en interaction avec leur environnement pédoclimatique. Le climat, la richesse du sol en N, la présence d'adventice, la dynamique des macro- et micro-organismes du sol et des ravageurs seront autant d'éléments influant sur l'équilibre entre les espèces.

Contribution à max 3 autres CSR (décrire en quelques phrases la contribution concrète relative aux questions de recherche formulées dans le CSR)

au CSR n° 3 : Le choix d'une variété performante, rustique, précoce ou tardive, tolérante aux différents pathogènes susceptible d'être présents dans un contexte donné, est l'un des moyens d'optimiser le résultat dans un environnement pédoclimatique et selon un mode de culture donné. L'évaluation des variétés par Agroscope permet de présélectionner les meilleures options pour la Suisse, d'évaluer le potentiel de qualité de chaque candidate et de fournir aux producteurs une description détaillée de chaque variété recommandée afin de faciliter leur choix.

au CSR n° 4 : L'introduction de légumineuses dans la rotation présente des bénéfices environnementaux à travers la diversification des cultures et la moindre dépendance aux engrais azotés de synthèse. La production de protéines végétales pour l'alimentation humaine présente le double avantage d'un débouché intéressant pour les producteurs, et de l'offre d'une alternative saine à une alimentation très majoritairement carnée. La capacité de production dans les conditions climatiques de différentes régions de Suisse et la qualité de ces protéines sera évaluée.

au CSR n° 16 : Le colza est une culture connue pour être particulièrement sensible à différents ravageurs, tout au long de son cycle. Limaces, altises, charançons, méligètes doivent être combattus pour maintenir le rendement. A l'échelle de la parcelle, de l'exploitation, de la région, il s'agira d'identifier les leviers à disposition pour les contenir sous un seuil de nuisibilité par des techniques nouvelles de lutte indirecte.

Utilité principale pour l'agriculture biologique (dans le cas d'une contribution, la décrire concrètement en quelques phrases)

La production en agriculture biologique ne sera pas spécifiquement étudiée. Cependant, le projet vise en grande partie à réduire l'utilisation de produits phytosanitaires grâce à des techniques nouvelles, à une rotation plus longue et des variétés plus tolérantes aux agressions diverses. De plus, l'impact de l'introduction de légumineuses dans la rotation, comme engrais verts, plantes compagnes ou culture principale sera étudié afin d'évaluer la réduction de la dépendance aux engrais minéraux. Ainsi, les résultats du projet pourront bénéficier à l'agriculture biologique, comme à l'agriculture conventionnelle.

Matériel et méthodes (description sommaire)

Les activités prévues requièrent des essais au champs, en station de recherche et en partenariat avec des producteurs, dans différentes régions de Suisse.

Des essais en conditions semi-contrôlées (en pots) et des enquêtes auprès des producteurs viendront compléter les informations recueillies dans le cadre des essais.

Les analyses statistiques adaptées seront effectuées, et la mise en valeur des résultats donnera lieu à des publications scientifiques et destinées à la pratique.

- Les essais variétaux de colza et de soja sont mis en place chaque année, en station de recherche et chez des producteurs, en partenariat. Les essais variétaux de tournesol et de pois sont effectués en alternance, par séquences de 3 ans. 2018-2020 : tournesol. 2021-2023 : pois. Suite à chaque saison de culture, un « cahier de résultats » est publié pour la pratique, ainsi qu'une « liste recommandée » décrivant les nouvelles variétés.
- Les associations colza-légumineuses seront testées 3 ans en station de recherche et chez des producteurs, en comparaison à du colza seul, avec et sans herbicide.

- L'impact des associations sur les différents ravageurs du colza sera plus spécifiquement suivie, et en particuliers, les conséquences sur les dégâts d'altises.
- Différentes légumineuses à destination de l'alimentation humaine (lentille, pois-chiche, lupin blanc, soja) seront testées en petites parcelles sur 2 sites. En plus du rendement obtenu, et de l'analyse de la qualité des protéines pour l'alimentation humaine, la quantité d'azote disponible dans le sol après la récolte sera mesurée.

Bibliographie (toutes dernières connaissances / ne citer que quelques publications propres et étrangères scientifiques et axées sur la pratique)

- Baux A., Breitenmoser S., Courtois N., 2017. Undersowing oilseed rape with various crop mixtures: what benefits for farmers? GCIRC technical meeting, Malmö, 8-11 may 2017
- Debaeke P., Casadebaig P., Mestries E., Palteau J.P., Salvi F., Bertoux V., Uyttewaal V., 2011. Evaluer et valoriser les interactions variété-milieu-conduite en Tournesol. Innovations Agronomiques 14, 77-90
- Lorin M., Jeuffroy M.-H., Butier A., Valantin-Morison M., 2015. Undersowing winter oilseed rape with frost-sensitive legume living mulches to improve weed control. European Journal of Agronomy 71: 96–105
- Lorin M., Jeuffroy M.-H., Butier A., Valantin-Morison M., 2016. Undersowing winter oilseed rape with frost-sensitive legume living mulch: Consequences for cash crop nitrogen nutrition. Field Crops Research 193: 24–33
- Pinet A, Mathieu A, Jullien A., 2015. Floral bud damage compensation by branching and biomass allocation in genotypes of Brassica napus with different architecture and branching potential. Frontiers in plant science. Volume 6, Art. 70.
- Zander P., Amjath-Babu T.S., Preissel S., Reckling M., Bues A., Schläfke N., Kuhlman T., Bachinger J., Uthes S., Stoddard F., Murphy-Bokern D., Watson C., 2016. Grain legume decline and potential recovery in European agriculture: a review. Agronomy for sustainable development. 36 :26

**Teaser et résumé succinct du projet pour la communication/Internet
(Teaser: max. 400 caractères; résumé succinct: max. 800 caractères, espaces inclus)**

Les techniques de cultures doivent être adaptées pour permettre une production d'oléagineux et de protéagineux efficace et durable, et de réduire l'impact sur l'environnement. L'introduction de légumineuses dans la rotation, en culture pure ou en association, permettra de réduire la dépendance aux intrants chimiques et de renforcer la production indigène de protéines végétales.

Les nouvelles variétés de colza, soja, pois, tournesol, seront choisies pour leur bonne adaptation aux conditions pédo-climatiques suisses, leur productivité et leur tolérance aux stress biotiques et abiotiques. Les associations d'espèces visant à réduire la pression de maladies et de ravageurs seront évaluées. Leur développement permettra une diminution des intrants, tout en maintenant une production élevée et de qualité. L'introduction et le développement de nouvelles cultures mieux aptes à faire face aux stress climatiques récurrents permettra la mise en place de systèmes de production résilients et durables.

Approbation du projet

Date:	23-08-2017	Visa R GR:	pedi
Date:	31-08-2017	Visa R DR / R DC:	kewi
Date:	14-09-2017	Visa R CSR:	cach



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.02.12.06.01

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Praxissupport_Obst

Nr. Bereich.

12 KB Pflanzen und pflanzliche Produkte

Nr. Gruppe

12.6 FG Extension Obstbau

Projektleitung/Stellvertretung

Andreas Naef / Thomas Kuster

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeits-tage ohne Drittmittel	3012
Beitrag zu SFF	2
Beitrag zu weitem SFF	3, 5, 13

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	13.40, 13.41, 13.47, 13.48, 13.49, 13.57, 13.61, 13.62, 13.69, 18.76, 18.112, 23.92, 27.4, 27.7, 27.8, 27.9, 27.11
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Produktionssysteme Obstbau: Qualitätsförderung im Kern- und Steinobst-anbau dank praxisnaher Forschung und Wissenstransfer

Produktionssysteme Obstbau: praxisnahe Forschung und Wissenstransfer

Production system fruit-growing: quality promotion in pome and stone fruit cultivation due to applied research and farm-ready knowledge transfer

extension, horticulture, tree fruit production, plant protection, thinning, decision support, knowledge transfer, quality improvement, weed control

Ausgangslage und Problemstellung

Im Kompetenzbereich Pflanzen und pflanzliche Produkte ist die Forschungsgruppe (FG) Extension Obstbau Eintrittspforte für Anliegen aus der Praxis/aus der Branche des Obstbaus. Forschungsergebnisse der Extension Obstbau werden primär auf den Versuchsbetrieben Wädenswil, Breitenhof und Güttingen (Vereinbarung mit dem BBZ Arenenberg) erarbeitet und sollen sich sofort in der Praxis (Beratung, Produktion, Handel) umsetzen lassen. Damit dies erreicht wird, arbeitet die Extension Obstbau mit dem Forum Kern- und Steinobst zusammen. Dieses setzt sich zusammen aus Vertretern der Produktion, der kantonalen Obstfachstellen/Beratung, des Handels und einem Vertreter der Beratungszentrale Agridea. Das Forum beurteilt Qualität und Erfüllungsgrad der bereits durchgeführten Arbeiten und bestimmt gemeinsam mit dem Extensionsteam die Arbeitsschwerpunkte – jährlich und in einem definierten Prozess. Trotz jährlicher Priorisierung haben viele Extension-Projekte eine Laufzeit von zwei bis drei Jahren, bis gesicherte Ergebnisse vorliegen. Manche Projekte, wie zum Beispiel die Behangsregulierung entsprechen Daueraufgaben, da sie vom Forum regelmässig hoch priorisiert werden.

Bei limitierten Ressourcen ist es eine Herausforderung, die ganze Breite obstbaulicher Problemstellungen abzudecken. Die Zusammenarbeit mit dem Forum Kern- und Steinobst garantiert eine Fokussierung auf die dringendsten Anliegen und trägt bei zur positiven Wahrnehmung von Agroscope in der Obstbranche. Drittmittel und Kooperationen mit anderen praxisnahen Forschungsinstitutionen, der kantonalen Beratung und der Obstbranche ergänzen die Eigenmittel. Damit die erarbeiteten Erkenntnisse in der Praxis ankommen, betreibt die Extension Obstbau einen aktiven Wissenstransfer mit Versuchsbesichtigungen, Fachtagungen für Beratung und Praxis (z.B. Breitenhof- und Güttinger-Tagung) und Publikationen in Fachzeitschriften.

Das Projekt Praxissupport Obst umfasst den Forumsprozess an sich sowie die Forschungsaktivitäten und den Wissenstransfer der Extension Obstbau zu den Themen Anbausysteme, Unkrautbekämpfung, Behangsregulierung, mechanischer Schnitt, Düngung, Nachbaukrankheit und Massnahmen gegen physiologische Probleme. Auch Themen, welche eine interdisziplinäre Bearbeitung erfordern, sind diesem Projekt und damit dem systemorientierten SFF 2 zugeordnet. Ein Beispiel dafür ist das Interreg-Projekt „Modellanlagen für die Weiterentwicklung des integrierten Pflanzenschutzes“, in welchem gemeinsam mit Partnern eine ganzheitliche Optimierung des Produktionssystems Obstbau angestrebt wird. Auch der systemorientierte Wissenstransfer ist Bestandteil des Projekts Praxissupport Obst. Die periodisch aktualisierte Agroscope Transfer Publikation „Pflanzenschutzempfehlungen für den Erwerbsobstbau/ Guide arbo“ wird hier aufgelistet. Neben der Bekämpfung von Krankheiten und Schädlingen werden auch Themen wie Unkrautregulierung, Bodenpflege und Behangsregulierung in dieser Publikation abgedeckt.

Die übrigen Aktivitäten der FG Extension Obstbau, inklusive Branchenanliegen aus dem Forumsprozess, werden in anderen Projekten ausgewiesen:

- im SFF 5: 18.05.16.1.01 Obstpilze, 18.05.16.1.02 OK-ViBPs, 18.05.16.1.03 Obst_Schädlinge, 18.05.16.1.04 Drosophila suzukii control, 18.05.16.4.02 DigiPhyto
- im SFF 3: 18.03.12.6.04 Sortenprüfung_Obst
- im SFF 13: 18.13.12.6.03 ProFruVeg.

Das in der praxisnahen Versuchstätigkeit erarbeitete Wissen ist ausserdem Voraussetzung für Expertisen zur Wirksamkeit und der agronomischen Eignung von Pflanzenschutzmitteln und Phytoregulatoren im Rahmen des Zulassungsprozesses (SFF 5, 18.05.12.4.02 Wirkung_&_Anwendung_PSM). Enge, etablierte Zusammenarbeiten bestehen mit den Forschungsgruppen 12.9, 14.2, 15.4, 16.1, 16.2, 16.3, 16.4 und 16.5.

Ziele und Forschungsfragen

1. Forum Kern- und Steinobst: Eintrittspforte für die Anliegen der Obstbranche an Agroscope

Die Branche reicht über den Schweizerischen Obstverband (SOV) jährlich Anstösse für neue Projekte ein. Diese werden in der FG Extension Obstbau vorpriorisiert. Am jährlichen Forumsanlass werden Ergebnisse laufender Projekte den Branchenvertretern präsentiert, mit der Branche über deren Fortsetzung diskutiert und mit der Branche entschieden für welche bestehenden und neuen Anliegen die Extension Obstbau Projektskizzen aktualisieren bzw. erstellen soll. Diese Projektskizzen und die vorhandenen Ressourcen sind Grundlage für eine definitive Priorisierung der Extensionprojekte. Die Beschriebe der aktuellen Projekte können auf www.agroscope.admin.ch/obstbau abgerufen werden.

2. Qualitätsförderung im Produktionssystem Obstbau

Die Extension Obstbau entwickelt neue, praxistaugliche Massnahmen zur Qualitätsförderung im Obstbau. Im Fokus stehen Anbausysteme, Behangsregulierung, Unkrautbekämpfung, mechanischer Schnitt, Düngung, Nachbaukrankheit und Massnahmen gegen physiologische Probleme. Dazu zählen auch systemübergreifende Fragestellungen des Pflanzenschutzes, welche sich nicht auf die Projekte Obst Schädlinge und Obst Pilzkrankheiten einschränken lassen, wie z.B. Modellanlagen für die Weiterentwicklung des integrierten Pflanzenschutzes.

Für neue Strategien werden im Rahmen des Projekts 18.13.12.6.03_ProFruVeg betriebswirtschaftliche Berechnungen (E. Bravin, FG Extension Obstbau) durchgeführt. Nachhaltigkeitsanalysen sind im Rahmen von Fremdmittelprojekten in Zusammenarbeit mit J. Lansche (FG Ökobilanzen) vorgesehen.

3. Wissenstransfer

Technologie- und Wissenstransfer erfolgt in enger Zusammenarbeit mit den Kantonalen Fachstellen Obst und weiteren Beratungs- und Vollzugsorganen. Die Ergebnisse werden mittels Fachtagungen, Vorträgen, praxisorientierten und technisch-wissenschaftlichen Publikationen sowie als Merkblätter vermittelt. Ein wichtiger Bestandteil des Wissenstransfers sind die systemübergreifenden Publikationen „Pflanzenschutzempfehlungen für den Erwerbsobstbau“ und „Empfohlene Pflanzenschutzmittel für den Erwerbsobstbau“.

4. Fremdmittel Projekt „EUFRUIT“ (H2020, Reserve Agroscope)

Das 2016 lancierte internationale Netzwerkprojekt soll den Austausch von Erkenntnissen und Praxiserfahrungen über nachhaltige Obstproduktionssysteme zwischen Forschungsinstituten, Beratern und Produktion innerhalb der Schweiz und zwischen europäischen Ländern fördern.

5. Fremdmittel Projekt „Modellanlagen für die Weiterentwicklung des integrierten Pflanzenschutzes“ (Interreg)

Im Rahmen eines Interreg-Projekts mit Partnern im Bodenseeraum (CH, D, A) werden 2017 Modellanlagen gepflanzt, in denen der Einsatz von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln auf ein Minimum reduziert wird. Im Fokus stehen dabei systemübergreifende Lösungsansätze, welche auch die Ertragssicherheit und die Fruchtqualität erhöhen.

6. Fremdmittel Projekt „Nachhaltige Strategien zur Unkrautbekämpfung im Obstbau“ (Interreg)

Die Anwendung von Herbiziden zur Unkrautregulierung im Obstbau gerät immer mehr unter Druck. Agroscope prüft im Rahmen eines Interreg-Projekts an den beiden Standorten Wädenswil und Breitenhof herbizidfreie Alternativen und untersucht deren Auswirkungen auf Fruchtqualität, Baumwachstum und Bodenfruchtbarkeit.

7. Zusammenarbeit auf Versuchsbetrieben

- Breitenhof-Beirat: Mit finanzieller Beteiligung von SOV und den Kantonen Aargau, Baselland, Bern, Luzern, Schwyz, Solothurn und Zug werden auf dem Steinobstzentrum Breitenhof verschiedene Projekte zur Qualitätsförderung im Steinobstanbau bearbeitet.
- Versuchsanlagen der ZHAW: Agroscope pflegt im Rahmen einer Vereinbarung die Versuchs- und Demonstrationsobstanlagen der ZHAW und führt auf definierten Flächen Feldversuche aus.
- Schul- und Versuchsbetrieb Güttingen des BBZ Arenenberg: In den Obstanlagen des BBZ Arenenberg in Güttingen führt Agroscope Versuche durch. Das BBZ Arenenberg pflegt die Obstanlagen entsprechend einer Vereinbarung gegen Entschädigung. In gemeinsamen Versuchen erbringen beide Partner Leistungen gemäss einer separaten Versuchsvereinbarung.
- Fructus-Sammlungen: Agroscope pflegt am Breitenhof und in Wädenswil Steinobstsammlungen von FRUCTUS für den Nationalen Aktionsplan zur Erhaltung von Genressourcen.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 2 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Beitrag zu den wissenschaftlichen Zielen und Forschungsfragen:

1. Die Interaktionen der Komponenten von Obstanbausystemen (Klima, Krankheiten, Schaderreger, Unkräuter, Behangsregulierung, Düngung und Wuchs der Bäume) werden gesamtheitlich in praxisnahen Modellanlagen untersucht. Durch die systemübergreifende Betrachtung kann eine Qualitätsförderung im Produktionssystem Obstbau erreicht werden.
2. Produktionssysteme mit innovativen Pflanzenschutz- und Kulturführungsmassnahmen führen zu reduziertem Risiko für Mensch und Umwelt (z.B. Driftreduktion durch Netze, Rückstandsminimierung).
3. Für Produktionssysteme mit innovativen Kulturführungsmassnahmen wird der Rohstoff- und Energieverbrauch sowie die Auswirkung auf das Mikroklima untersucht (z.B. Totaleinnetzung, Überdachung, mechanische Unkrautregulierung).

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 3: Ausgewählte, neue Sorten werden in Versuchen unter praxisnahen Bedingungen getestet (z.B. Bonita im Interreg-Versuch „Modellanlagen für die Weiterentwicklung des integrierten Pflanzenschutzes“, Versuche zur Behangsregulierung bei Ladina).

zu SFF Nr. 5: Erkenntnisse aus systemübergreifenden Bekämpfungsversuchen fliessen ein in die längerfristige Entwicklung nachhaltiger, risikoarmer Pflanzenschutzstrategien. Im Zulassungsprozess von neuen Pflanzenschutzmitteln ist Wissen aus der praxisnahen Forschung Voraussetzung für Expertisen zur Wirksamkeit und agronomischen Eignung von Pflanzenschutzmitteln und Phytoregulatoren.

zu SFF Nr. 13: Erarbeitete Lösungen für die Obstbaupraxis müssen die Rentabilität der Produktion erhalten oder verbessern.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Pflanzenschutzstrategien ohne chemisch-synthetische Pflanzenschutzmitteln sind sowohl im integrierten wie im biologischen Anbau anwendbar. Viele Versuchsergebnisse sind daher für die integrierte und die biologische Obstproduktion relevant. Der Versuch „Witterungsschutz im Bio-Anbau von Zwetschgen“ wird in Zusammenarbeit mit dem FiBL am Versuchsbetrieb Breitenhof durchgeführt. Der Versuch hat zum Ziel, die agronomischen Auswirkungen und die Wirtschaftlichkeit einer Regenabdeckung im biologischen Zwetschgenanbau zu untersuchen.

Material und Methoden (grob skizziert)

Die Fragestellungen im Projekt Praxisupport Obst werden zu einem grossen Teil in praxisorientierten Versuchen bearbeitet. Dazu stehen der Extension Obstbau Obstbauflächen auf den Versuchsbetrieben Wädenswil, Breitenhof und Güttingen zur Verfügung. Bei Bedarf werden zudem Versuche auf Praxisbetrieben durchgeführt. Die Beschriebe der aktuellen Projekte können auf www.agroscope.admin.ch/obstbau, respektive in den Jahresberichten des Agroscope Steinobstzentrums Breitenhof (www.agroscope.ch/breitenhof) abgerufen werden.

Neue Grundlagen für die Düngung im Obstbau mit Vollzugscharakter werden in der Koordinationsgruppe Boden und Düngung (KBD) in der Arbeitsgruppe „Düngung“ erarbeitet.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Kuske S., A. Naef, E. Holliger, T. Kuster, S. Perren, J. Werthmüller, M. Bünter, C. Linder, P.-H. Dubuis & C. Bohren. 2016. Pflanzenschutzempfehlungen für den Erwerbsobstbau 2016/2017. Agroscope, Wädenswil. 68 S.
- Kuske S., A. Naef, T. Kuster, S. Perren, E. Holliger, C. Linder, P.-H. Dubuis & C. Bohren. 2017. Empfohlene Pflanzenschutzmittel für den Erwerbsobstbau 2017. Agroscope, Wädenswil. 24 S.
- Kuster T. & S. Schweizer, 2015. Behangsregulierung bei Äpfeln und Birnen mit Metamitron. *Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau* **151** (8), 11-14.
- Kuster T., O. Eicher, L. Leumann, U. Müller, J. Poulet, R. Rutishauser, 2017. 13/ Düngung im Obstbau. In: Grundlagen für die Düngung landwirtschaftlicher Kulturen in der Schweiz (GRUD 2017) (Ed. W. Richner, S. Sokrat). Agrarforschung Schweiz **8** (6), Spezialpublikation.
- Linemann M., E. Bravin & T. Schwizer, 2016. Fruchtbare Böden im Obstbau dank fachgerechter Bodenpflege. *Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau* **152** (11), 12-15.
- Schweizer S. & T. Kuster, 2017. Witterungsschutz bei Kirschen - so früh wie möglich? *Obstbau* **153** (1), 15-18.
- Schwizer T., A. Buser, M. Friedli, A. Häseli, T. Kuster, J. Werthmüller, M. Heiri, S. Schweizer, A. Schöneberg, S. Perren, E. Holliger, V. Reininger, L. Luss, E. Bravin, S. Kuske & R. Baur. 2016. Jahresbericht 2016 - Agroscope Steinobstzentrum Breitenhof. Agroscope, Wädenswil. 42 S.
- Zwahlen D., T. Kuster & S. Kuske, 2017. Insektennetz im Apfelanbau: Kaum Auswirkungen auf Mikroklima und Fruchtqualität. *Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau* **153** (5), 8-11.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Die Forschungsgruppe Extension Obstbau ist Eintrittspforte für Anliegen des Obstbaus aus der Praxis und entwickelt neue, praxistaugliche Massnahmen zur Qualitätsförderung. Im Fokus stehen Anbausysteme, Behangsregulierung, Unkrautbekämpfung, mechanischer Schnitt, Düngung, Nachbaukrankheit, Massnahmen gegen physiologische Probleme sowie systemübergreifende Fragestellungen des Pflanzenschutzes.

Die Forschungsgruppe Extension Obstbau ist Eintrittspforte für Anliegen des Obstbaus aus der Praxis und entwickelt praxistaugliche Massnahmen zur Qualitätsförderung. Die Zusammenarbeit mit dem Forum Kern- und Steinobst garantiert eine Fokussierung auf die dringendsten Anliegen und trägt bei zur positiven Wahrnehmung von Agroscope in der Branche. Im Fokus stehen Anbausysteme, Behangsregulierung, Unkrautbekämpfung, mechanischer Schnitt, Düngung, Nachbaukrankheit sowie systemübergreifende Fragestellungen des Pflanzenschutzes. Ein Beispiel dafür ist ein Interreg-Projekt, in welchem eine gesamtheitliche Optimierung des Produktionssystems Obstbau angestrebt wird. Damit die erarbeiteten Erkenntnisse in der Praxis ankommen, betreibt die Extension Obstbau einen aktiven Wissenstransfer.

Genehmigung des Projektes

Datum: 31.08.2017	Visum FGL: naan
Datum: 20.10.2017	Visum FBL / KBL: kewi
Datum: 14.09.2017	Visum V SFF: cach



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.02.12.07.01

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Herbizidreduktion Gemüse

Nr. Bereich.

12 Kompetenzbereich Pflanzen und pflanzliche Produkte

Nr. Gruppe

12.7 Extension Gemüsebau

Projektleitung/Stellvertretung

Martina Keller / René Total

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeits-tage ohne Drittmittel	940
Beitrag zu SFF	2
Beitrag zu weitem SFF	5/11

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	12.74, 12.75, 12.76, 12.77, 12.78, 12.94, 13.156, 18.143, 28.77, 28.91
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☐ ja ☒ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Herbizidreduktion im Gemüsebau durch den Einsatz von alternativen, innovativen und smarten Bekämpfungsmethoden

Herbizidreduktion im Gemüsebau

Herbicide reduction in vegetable production

vegetables, smart farming, non-chemical, mechanical weed control, sensors

Ausgangslage und Problemstellung

Unkräuter verursachen hohe Ertragsverluste, da sie direkt mit der Kulturpflanze um Wasser, Licht und Nährstoffe konkurrenzieren. Eine wirksame Unkrautbekämpfung ist insbesondere im Gemüsebau äusserst wichtig, da Gemüsearten einerseits im Vergleich zu Ackerkulturen sehr konkurrenzschwach sind und andererseits Verunreinigungen von Unkräutern in Ernteprodukten ein Gesundheitsrisiko für die Konsumentinnen und Konsumenten darstellen können (z. B. Nachtschatten in Spinat oder Kreuzkraut in Babyleafsalaten).

Während der letzten Jahrzehnte war die Unkrautbekämpfung im Gemüsebau geprägt durch den Einsatz von Herbiziden. Mit diesen können Unkräuter relativ einfach, ökonomisch und wirksam bekämpft werden. Die chemische Unkrautbekämpfung hat aber auch Schattenseiten, wie Einträge von Herbiziden in Gewässer, Resistenzentwicklung bei Unkräutern sowie eine gewisse Verarmung der Unkrautflora. Ausserdem ist der Herbizideinsatz in der Bevölkerung und in der Politik sehr umstritten. Aufgrund dieser negativen Punkte gewinnen alternative Bekämpfungsmethoden stark an Bedeutung. Die rasante Entwicklung im Bereich Smart Farming eröffnet ausserdem neue, interessante Perspektiven in der nicht-chemischen Unkrautbekämpfung.

Der Gemüsebau weist eine hohe Wertschöpfung auf und ist daher prädestiniert für den Einsatz von alternativen Methoden und von Smart Farming Technologien in der Unkrautbekämpfung. Der vergleichsweise hohe Einsatz von Herbiziden im Gemüsebau lässt sich durch alternative Massnahmen reduzieren. Beispiele dafür sind mechanische Bekämpfung, Bandspritzung, und Mulchfolien, wie sie derzeit bereits teilweise zum Einsatz kommen. Durch die Einführung und Weiterentwicklung von neuen Bekämpfungsmethoden (z. B. Bekämpfung mit Strom) und Smart Farming Technologien kann die nicht-chemische Unkrautbekämpfung weiter vorangetrieben werden. Auf diese Weise kann die Forschung wesentlich zur Erfüllung der Forderungen der Politik beitragen (vgl. Nationaler Aktionsplan 6.1.1.1 Verzicht oder Teilverzicht auf Herbizide).

Neben der Evaluation und Optimierung neuer Unkrautbekämpfungstechnologien sowie deren Einführung in die Praxis ist jedoch auch ein objektiver Nutzen- und Kostenvergleich zwischen bereits im Einsatz stehenden und neuen Technologien unter Schweizer Bedingungen notwendig. Auch die Auswirkungen auf das Kulturpflanzenwachstum und Nichtziel-Organismen sollten berücksichtigt werden. Ein weiterer, wichtiger Aspekt ist die frühe Unkrautkonkurrenz (early weed competition). Untersuchungen in Mais haben beispielsweise gezeigt, dass das frühe Vorhandensein von Unkraut von der Maispflanze wahrgenommen wird und zu Veränderungen im Wachstum der Kulturpflanze führt. Soll der Einsatz von Voraufbauherbiziden reduziert bzw. durch alternative Verfahren im Nachaufbau ersetzt werden, so sollten diese indirekten Auswirkungen (nicht nur direkter Konkurrenzeffekt) auf bedeutende Gemüsearten genauer untersucht werden.

Ein weiterer, wichtiger Punkt, um den künftigen Herbizideinsatz zu reduzieren, ist auch die Früherkennung von neuen Problemunkräutern bzw. Neophyten im Gemüsebau. Gemüsekulturen sind besonders konkurrenzschwach und es ist daher zu erwarten, dass neu auftretende Unkräuter in Gemüsekulturen in erhöhtem Masse Probleme verursachen werden. Wird ein neues Problemunkraut frühzeitig erkannt und getilgt, bevor es sich stark verbreitet hat, können beträchtliche Mengen an Herbizid eingespart werden.

In einigen Gemüsearten, insbesondere in Säkulturen, sind zumindest mittelfristig noch Herbizide notwendig, um unter den gegebenen ökonomischen Rahmenbedingungen wirtschaftlich Gemüse produzieren zu können. In diesen Kulturen soll durch die Entwicklung und Optimierung von Herbizidstrategien der gesamte Herbizideinsatz minimiert werden. Eine vergleichende Evaluierung von Strategien unter den Gesichtspunkten Wirksamkeit, Verträglichkeit und Ökotoxikologie ermöglicht es, die nachhaltigsten Herbizidstrategien zu bestimmen. Eigene Forschungsaktivitäten halten auch gleichzeitig die Fachkompetenz (expert knowledge) im Bereich Herbizide auf dem neuesten Stand. Dies ist äusserst wichtig für die Expertentätigkeit im Zulassungsverfahren (Vollzugsaufgaben).

Ziele und Forschungsfragen

1. Evaluation und Optimierung von alternativen Unkrautregulierungsmassnahmen wie die thermische und mechanische Unkrautbekämpfung, die Kombination mechanischer Unkrautbekämpfung mit Bandspritzung sowie von Smart Farming Innovationen, die eine gezieltere und präzisere nicht-chemische Unkrautkontrolle im Gemüsebau ermöglichen.
2. Untersuchung zur Umsetzbarkeit von alternativen Methoden wie beispielsweise die Bestimmung der möglichen zeitlichen Einsatzfenster für die mechanische Unkrautbekämpfung (abhängig von der Niederschlagsverteilung und Bodenart) und Abklärung notwendiger Anpassungen in der Kulturführung (Praxiseinführung).
3. Auswirkungen von alternativen und Smart Farming Technologien: a) Wie wirkt sich frühe Unkrautkonkurrenz auf die Entwicklung der verschiedenen Gemüsearten aus? b) Was sind Auswirkungen auf Nichtziel-Organismen bzw. die ecosystem services, die sie erbringen?
4. Beurteilung des Nutzens (Fokus: Wirksamkeit) und der Kosten (Betriebs- und arbeitswirtschaftliche Analysen) von Smart Farming Technologien im Vergleich zu etablierten Technologien. (Analyse der Kosten erfolgt im Projekt 18.13.12.6.03 Wirtschaftlichkeit Obst und Gemüse)
5. Früherkennung von Problemunkräutern und Neophyten sowie Erarbeitung von Bekämpfungsstrategien im Gemüsebau, damit diese Pflanzen bei noch begrenzter geografischer bzw. flächenmässiger Verbreitung wirksam bekämpft und möglichst vollständig getilgt werden können.
6. Erarbeitung der notwendigen, biologischen Grundlagen, um die Bekämpfung einzelner Unkrautarten zu optimieren (Hintergrund: Veralterte Quellen, Abschreiben über Jahrzehnte).
7. Erarbeitung von nachhaltigen Herbizidstrategien für Gemüsekulturen (inklusive Lückenindikationen), in denen mittelfristig der Herbizideinsatz noch notwendig sein wird. (Synergien über den Austausch mit den in der Projektskizze 18.05.12.4.17 Wirkung & Bewertung laufenden Arbeiten)

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 2 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Frage 2:

Mit geeigneten, alternativen Bekämpfungsmethoden und Smart Farming Technologien kann der Herbizideinsatz innerhalb von Gemüseanbausystemen reduziert werden. Damit dies gelingt, müssen auch die notwendigen Anpassungen der Anbausysteme an die neuen Methoden bestimmt und mögliche Auswirkungen auf die Kulturpflanzen untersucht werden.

Frage 3:

Werden alternative Unkrautbekämpfungsmethoden und Smart Farming Technologien (smart weed control) optimal in Anbaumethoden bzw. in Gemüseanbausysteme integriert, können diese in Bezug auf Ressourceneffizienz und möglicherweise in Bezug auf die Rentabilität verbessert werden. Ausserdem können die Risiken für Mensch und Umwelt (geringerer Herbizideinsatz, besserer Anwenderschutz beispielsweise durch autonome Geräte) deutlich reduziert werden.

Frage 5:

Das rechtzeitige Erkennen und konsequente Bekämpfen von potentiellen Problemunkräutern und Neophyten im Gemüsebau, macht die Anbausysteme widerstandsfähiger/resilienter. Damit dies gelingt, sind ein enger Austausch mit der Praxis und Fachstellen (Früherkennung), sowie das Bestimmen von Massnahmen, um die Ausbreitung zu verhindern (z. B. Maschinenhygiene) sowie die Erarbeitung von einem umfassenden Ansatz zur Bekämpfung (Fruchtfolge-gestaltung etc. sowie direkte Bekämpfung) notwendig. Dadurch kann die Ressourceneffizienz gesteigert und Erträge können gesichert werden.

Werden fehlende Grundlagen zur Biologie von Unkräutern erarbeitet, können Anbausysteme so gestaltet werden, dass die Unkräuter indirekt und direkt optimal bekämpft werden können.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 5:

1. Herbizidreduktion im Gemüsebau durch den Einsatz a) von alternativen Bekämpfungsmassnahmen und b) von Smart Farming Technologien
2. Durch die Entwicklung von nachhaltigeren Herbizidstrategien sollen die durch den Pflanzenschutz verursachten Risiken reduziert werden.
3. Gleichzeitig soll mit diesen Ansätzen oder mit der Kombination dieser Ansätze eine wirksame Unkrautbekämpfung gewährleistet bleiben.

zu SFF Nr. 11: Einsatz von Smart Farming Technologien im Gemüsebau (cash crops) ermöglicht eine ressourcenschonende, ökonomische und sozialverträgliche Produktion und hat auch eine Signalwirkung für den Schweizer Ackerbau.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Alternative und Smart Farming Technologien ohne Herbizideinsatz können auch im Biolandbau eingesetzt werden.

Material und Methoden (grob skizziert)

Es handelt sich um angewandte Forschung. Es werden Gewächshausversuche und Feldversuche durchgeführt. Die Feldversuche werden mehrheitlich on-farm durchgeführt.

Die Schwerpunktsetzung bei den Forschungsarbeiten innerhalb des Projekts erfolgt unter Berücksichtigung der Priorisierung der Themen durch das Forum Forschung Gemüse.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Bauermeister R., Total R., Baumann D. T., Bleeker P., Koller M., 2005: Unkrautpraxis, mechanische Unkrautregulierung im Gemüsebau. Agroscope.
- Keller M., Total R., 2017: Using free range pigs to reduce *Cyperus esculentus* infestation in fields in Switzerland: Encountered difficulties and findings from 3 field trials. Physical and cultural weed control tools as moderators of crop weed interactions. Joint EWRS Workshop of the Working Groups Physical and Cultural Weed Control and Crop-Weed Interactions. European Weed Research Society, Nyon, Switzerland, 2 –5 April. 2017, 21.
- Keller M., Total R., Bohren C., Baur B., 2016: Problem Erdmandelgras: früh erkennen - nachhaltig bekämpfen. Agroscope, Wädenswil.
- Keller M., Eppler L., Collet L., Wirth J., Total R., 2015: Beim Erdmandelgras auf Nummer sicher gehen: auch Blütenbildung und Abblühen verhindern! Gemüsebau Info. 22, 7-9.
- Krauss J., Keller M., 2016: Erarbeitung von Herbizidstrategien in Doldenblütlern. Agroscope Transfer 117.
- Merfield C. N., 2016: Robotic weeding's false dawn? Ten requirements for fully autonomous mechanical weed management. Weed Research 56, 340-344.
- Riemens M. M., van der Weide R. Y., 2009: Wortelonkruiden. Plant Research International B. V., Wageningen
- Total R., Keller M., 2016: Erdmandelgras Tilgung von Erstbefallsstellen mit Dampf. Agroscope Transfer 137.
- Young S. L., Pitla S. K., van Evert F. K., Schueller J. K., Pierce F. J., 2016: Moving integrated weed management from low level to a truly integrated and highly specific weed control management system using advanced technologies. Weed Research 57, 1-5.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Durch alternative, innovative und smarte Unkrautbekämpfungsmethoden soll der Herbizideinsatz im Gemüsebau deutlich reduziert werden. Agroscope evaluiert und prüft dazu die Umsetzbarkeit verschiedener Bekämpfungsansätze. Dabei werden auch notwendige Anpassungen bei den Anbausystemen und Auswirkungen auf die Kulturpflanzen und auf Nichtziel-Organismen bestimmt.

Durch alternative, innovative und smarte Unkrautbekämpfungsmethoden soll der Herbizideinsatz im Gemüsebau deutlich reduziert werden. Agroscope prüft dazu die Umsetzbarkeit verschiedener Bekämpfungsansätze. Dabei werden auch notwendige Anpassungen bei den Anbausystemen und Auswirkungen auf die Kulturpflanzen und auf Nichtziel-Organismen bestimmt. Agroscope entwickelt auch für konkurrenzschwache Gemüsekulturen möglichst nachhaltige Unkrautbekämpfungsstrategien. Mittelfristig ist auch bei diesen Kulturen der Herbizidverzicht das Ziel. Agroscope erarbeitet zudem Grundlagen zur Biologie, Erkennung und Bekämpfung von Problemunkräutern bzw. Neophyten im Gemüsebau. Durch entschiedenes Vorgehen kann die Ausbreitung von Problempflanzen verhindert und so die Gemüseanbausysteme geschützt werden.

Genehmigung des Projektes

Datum: 25.08.2017	Visum FGL: NERE
Datum: 31.08.2017	Visum FBL / KBL: kewi
Datum: 14-09-2017	Visum V SFF: cach



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Agroscope

Programme d'activité

N° de projet

PA 2018-2021

18.02.12.09.02

Désignation abrégée/acronyme du projet (max. 20 caractères)

Postharvest

N° Domaine

12	Pflanzen und pflanzliche Produkte
15	Système de production Plantes

N° Groupe

12.9	Produktequalität und - Innovation
15.4	Production fruitière en région alpine

Chef-fe de projet/suppléant-e

Andreas Bühlmann / Séverine Gabioud Rebeaud

Durée du projet

Début du projet

Fin du projet

4 ans

2018

2021

Projet

Total des jours de travail sans fonds tiers	2556
Contribution au CSR	2
Contribution à d'autres CSR	03, 05, 10

Enquête sur les besoins: contribution à la demande n°	4.22, 5.7, 6.5, 6.14, 9.17, 9.23, 13.35, 13.36, 13.37, 13.38, 13.46, 13.57, 13.196, 18.76, 18.118, 23.89, 27.4, 27.11, 27.14
Le projet contient des travaux financés par des fonds tiers	☒ oui ☐ non
Le projet contient une contribution à l'agriculture biologique	☒ oui ☐ non

Titre dans la langue originale

Nacherntequalität von Obst und Gemüse

Qualité post-récolte des fruits et des légumes

Postharvest quality of fruits and vegetables

Postharvest processes; Physiology; Microbiology; Fruit Quality; Storage Technology; Microbiome

Situation initiale et problématique

La production suisse de fruits et de légumes est sous pression face à la globalisation et à l'ouverture des marchés. Ceci est dû en grande partie aux coûts de production qui sont élevés, notamment en termes de charges salariales. Face à la concurrence étrangère, il est nécessaire de centrer nos efforts pour améliorer la valeur ajoutée des produits suisses en agissant notamment sur la qualité et la rentabilité. Le développement et l'implémentation de nouveaux procédés post-récolte efficaces permettront de garantir des produits de qualité tout en réduisant les pertes causées par des maladies de type physiologique et microbiologique. De nouvelles technologies (1-MCP, ACD, ozone) seront testées pour améliorer la durée d'entreposage des fruits et des légumes. Les résultats seront communiqués aux producteurs et entrepositaires afin de garantir une gestion optimale de l'itinéraire post-récolte des produits.

Mikrobielle Lagerschäden können mit bestehenden Methoden (Fungizide, CA-Lagerung, 1-MCP) relativ gut kontrolliert werden. In Hinblick auf die zukünftige Reduktion synthetischer Fungizide (NAP Pflanzenschutzmittel, EU- Umfeld) ist mit einer Zunahme von mikrobiellen Lagerschäden und somit vermehrt mit Food Loss zu rechnen. Mit Hilfe neuer Methoden (Metagenomik, molekulare Diagnostik, Sporensampling) soll das Auftreten mikrobieller Lagerschäden besser charakterisiert werden und gezielt Methoden entwickelt werden, um mit reduziertem Einsatz von Pflanzenschutzmitteln eine gleichbleibende Qualität an Lagerobst zu ermöglichen. Zusätzlich sollen in Zusammenarbeit mit der Gruppe „Phytopathologie Obst- und Gemüsebau“ bereits bekannte Antagonisten von mikrobiellen Lagerkrankheiten evaluiert (Aureobasidium, Metschnikowia) und neue potentielle Antagonisten identifiziert werden. Um diese Pathogene, Antagonisten und Mikrobiome zuverlässig zu identifizieren, zu charakterisieren und zu quantifizieren, werden in Zusammenarbeit mit der Gruppe "Molekulare Diagnostik, Genomik und Bioinformatik", neueste Technologien im

Bereich Molekulare Diagnostik (qPCR, LAMP) und Sequenzierertechnologie (Sequencing-by-Synthesis, Nanopore) evaluiert und an die Bedürfnisse der Schweizer Landwirtschaft angepasst. Um die Qualitätsbeurteilung der Früchte zu gewährleisten, sollen auch weiterhin physikalische und chemische Analytik durchgeführt und die entsprechenden Methoden weiterentwickelt werden.

En augmentant la satisfaction des consommateurs pour des produits indigènes, en leur offrant un fruit de haute qualité, à maturité optimale, au goût et à la texture agréable, exempt de défauts et si possible de résidus, leur fidélité et leur confiance pour des produits suisses seront améliorées.

Objectifs et questions de recherche

1. Développer des procédés post-récolte performants et dynamiques pour contrôler la maturation des fruits en la ralentissant (AC, ULO, ACD, AM, 1-MCP) ou en l'accéléralant (traitement à l'éthylène), dans le but d'améliorer la qualité finale du produit et donc d'augmenter sa valeur ajoutée tout en réduisant les pertes (Rombini et al. 2015) (Gabioud et al. 2015) (Gabioud *et al.* 2017).
2. Développer des méthodes d'analyse physicochimique et non-destructive innovantes permettant de définir des indices de maturité et de caractériser précisément les processus de maturation des fruits qui déterminent la qualité finale d'un produit (Vermathen *et al.* 2017). Cette approche permettra d'identifier de manière précise les facteurs influençant la qualité d'un produit de la récolte au consommateur (variété, système cultural, méthode d'entreposage,...) et de déterminer le procédé post-récolte adéquat pour garantir des fruits de haute qualité aux consommateurs.
3. Identifikation, Charakterisierung und Quantifizierung von mikrobiellen Schaderregern, möglichen Antagonisten und kompletten Mikrobiomen zur Reduktion von Verderbs während der Lagerung mittels Mikrobiologie, molekularer Diagnostik und Sequenzierertechnologie (Bühlmann *et al.* 2013) (Bösch *et al.* Submitted).
4. Unterstützung von Schweizer Lagerbetrieben bei der Lagerung von Obst (Gabioud, Bühlmann 2016) zur nachhaltigen Versorgung der Schweizer Bevölkerung mit qualitativ hochwertigen Obst unter reduziertem Ressourceneinsatz (Pflanzenschutzmittel, Energie, Arbeit).

Contribution concrète au CSR n° 2 (décrire en quelques phrases la contribution concrète et les nouvelles connaissances relatives au CSR, en précisant clairement le lien thématique avec les questions de recherche formulées dans le CSR)

1. Die Erkenntnisse aus der Lagerungsforschung fliessen in die Produktion (Optimale Erntezeitpunkte reduzieren Food Waste und erhöhen Qualität), und in die Lagerhaltung (Optimale Lagerung reduziert Kühlenergie, bei gleichzeitiger Reduktion von Lagerverlusten) ein was zu einer höheren Ressourceneffizienz beiträgt.
2. Die Weiterentwicklung von Lagerverfahren (CA, DCA, HarvestWatch) und das technologische Monitoring von Lagerpilzen (Sporensampling, on-site DNA-Analysen) tragen zur Risikoabschätzung und zur gezielten Kontrolle von Lagerkrankheiten und somit zu einer wirtschaftlichen und ressourceneffizienten Produktion bei.
3. Die Kenntnis des Mikrobioms auf Produkten im Lager ermöglicht einerseits Rückschlüsse für einen gezielteren Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und andererseits Prognosen von Lagerschäden, was beides zu vermindertem Einsatz von Ressourcen pro Produktionseinheit (Pflanzenschutzmittel, Arbeit, Energie) führt. Die Erkenntnisse aus der Lagerungsforschung fliessen in die Produktion (Optimale Erntezeitpunkte reduzieren Food Waste und erhöhen Qualität), und in die Lagerhaltung (Optimale Lagerung reduziert Kühlenergie, bei gleichzeitiger Reduktion von Lagerverlusten) ein.
4. Die Weiterentwicklung von Low-Input Strategien und die Erforschung, Prüfung und Anwendung von Microbials führt zu Reduktion von Fungiziden auf Produkten und in der Umwelt, bei mindestens gleichbleibender Qualität.
5. Die Sortenprüfung und Züchtung für Obst wird im Bereich Nachernte unterstützt, was zu einem besseren Verständnis und der Entwicklung von neuen Anbausystemen und den Interaktionen zwischen Sorte, Standort und Rentabilität führt.

Contribution à max 3 autres CSR (décrire en quelques phrases la contribution concrète relative aux questions de recherche formulées dans le CSR)

au CSR n° 3 : In Zusammenarbeit mit der Forschungsgruppe "Züchtung und Genressourcen Obst" werden die Kandidaten aus dem Züchtungsprogramm auf Lagerfähigkeit getestet. Dies ermöglicht wertvolle Rückschlüsse in Bezug auf Erntedaten und Lagerbedingungen, die wiederum den Produzenten als Empfehlung abgegeben werden. Dasselbe gilt für Kandidaten aus der Sortenprüfung Obst in Zusammenarbeit mit der Forschungsgruppe "Extension Obst".

au CSR n° 5: In Zusammenarbeit mit der Forschungsgruppe "Phytopathologie", werden Kandidaten für die Anwendung als Antagonisten identifiziert und unter praxisnahen Bedingungen getestet. Antagonisten haben ein Potenzial, den Einsatz synthetischer Pflanzenschutzmittel zu reduzieren.

au CSR n° 10 : Gruppenintern wird die Qualitätsüberprüfung von Obst, Gemüse und Verarbeitungsprodukten mittels analytischer und sensorischer Methoden angewandt und laufend weiterentwickelt. Eine enge aber flexible Zusammenarbeit innerhalb der Gruppe ermöglicht es, Arbeitsspitzen zu brechen und die Qualitätsüberprüfung von Obst, Gemüse und Verarbeitungsprodukten zu garantieren.

Utilité principale pour l'agriculture biologique (dans le cas d'une contribution, la décrire concrètement en quelques phrases)

Die beschriebene Thematik ist für den Biolandbau mindestens so wichtig wie für den konventionellen Anbau, da mikrobielle Lagerschäden im Biolandbau gehäuft auftreten. Deshalb wird ein Teil der Versuche auch nach Richtlinien des Biolandbaus durchgeführt, allerdings im Feldbau und nicht auf zertifizierten Biobetrieben.

Matériel et méthodes (description sommaire)

Lagerung: Verschiedene Technologien der Lagerhaltung (Kühlager, CA-Lager, Dynamisches CA-Lager, MCP/ Ethylen-Anwendung, Ozonbehandlung, Heisswasserbehandlung)
Chemisch Physikalische Analytik: GC, HPLC, FTIR, Titration, Photometrie, NIR
Mikrobielle Analytik: Klassische Mikrobiologie, Molekularbiologie, Sequenziertechnologie

Bibliographie (toutes dernières connaissances / ne citer que quelques publications propres et étrangères scientifiques et axées sur la pratique)

- Bösch Y., Perren S., Naef A., Frey J.E., Bühlmann A.; A metagenomic approach to assess *Neofabraea* infection and dynamics on stored apples. Acta Hort., Submitted 2017
- Bühlmann A., Frey J.E., et al.; *Erwinia amylovora* loop-mediated isothermal amplification (LAMP) assay for rapid pathogen detection and on-site diagnosis of fire blight. J Microbiol Meth., 92. 332-339, 2013
- Gabioud S., Bühlmann A.; Empfehlungen für die Obstlagerung 2016. SZOW, 17, 10-14, 2016
- Gabioud S., Gasser F.; Fruit quality as effected by 1-MCP treatment and DCA storage – a comparison of the two methods. Europ J Hort Sci., 1, 18-24, 2015
- Gabioud Rebeaud S., Perrier G., Cotter P.-Y., Ançay A., Vuong L., Christen D.; Traitement à l'ozone des fraises et des framboises. Rev Suisse Viticult Arboricult. 49 (3), 180-186, 2017
- Rombini S., Gasser F.; Lebensmittelverluste entlang der Wertschöpfungskette. SZOW, 21, 9-12, 2015
- Vermathen M., Baumgartner D., Gasser F., et al.; Metabolic profiling of apples from different production systems before and after controlled atmosphere (CA) storage studied by 1H high resolution-magic angle spinning (HR-MAS) NMR. Food Chem., <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.089>

**Teaser et résumé succinct du projet pour la communication/Internet
(Teaser: max. 400 caractères; résumé succinct: max. 800 caractères, espaces inclus)**

Mangelnde Qualität von pflanzlichen Produkten auf Grund von physiologischen oder mikrobiellen Schäden führen zu hohen Verlusten entlang der Wertschöpfungskette. Das Projekt „Nacherntequalität von Obst und Gemüse“ trägt mittels innovativer Forschung und Wissenstransfer zur Erhöhung der Qualität, Reduktion von Verlusten und einer Ressourcenschonenden Produktion von pflanzlichen Produkten bei.

Forschung zur Qualität von pflanzlichen Produkten beinhaltet eine diverse Palette an Fragestellungen zu physikalischen, chemischen, biologischen und sensorischen Parametern. Das Projekt „Nacherntequalität von Obst und Gemüse“ entwickelt Methoden zur Erfassung dieser Parameter, betreibt Forschung zum Einfluss der Lagerungsbedingungen auf diese und kommuniziert die Resultate an die Praxis. Eine breite Vernetzung im internationalen Umfeld, mit der Praxis und mit verschiedenen Forschungsgruppen an der Agroscope ermöglicht Forschung und Entwicklung zur Förderung der Qualität von pflanzlichen Produkten und trägt damit zur Reduktion von Food Loss und Ressourceneinsatz bei.

Approbation du projet

Date:	24.08.2017	Visa R GR:	peso
Date:	31-08-2017	Visa R DR / R DC:	kewi / cach
Date:	14-09-2017	Visa R CSR:	cach



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Agroscope

Programme d'activité

N° de projet

PA 2018-2021

18.02.15.01.01

Désignation abrégée/acronyme du projet (max. 20 caractères)

Systèmes_GC

N° Domaine

15 Systèmes de production Plantes

N° Groupe

15.1 Systèmes de grandes cultures et nutrition des plantes

Chef-fe de projet/suppléant-e

Bernard Jeangros / Sokrat Sinaj

Durée du projet

Début du projet

Fin du projet

4 ans

2018

2021

Projet

Total des jours de travail sans fonds tiers	1820
Contribution au CSR	2
Contribution à d'autres CSR	5, 15

Enquête sur les besoins: contribution à la demande n°	1.1, 2.107, 4.15, 4.18, 5.2, 9.18, 18.52, 18.71, 18.77, 23.87, 28.74, 28.75, 28.89
Le projet contient des travaux financés par des fonds tiers	☒ oui ☐ non
Le projet contient une contribution à l'agriculture biologique	☒ oui ☐ non

Titre dans la langue originale

Systèmes de grande culture durables et résilients

Systèmes de grande culture durables et résilients

Sustainable and resilient field crop systems

conservation agriculture, soil tillage, crop rotation, legumes, cover crop, green manure, herbicide reduction

Situation initiale et problématique

La rotation des cultures et le travail du sol forment la base pluriannuelle des systèmes de grande culture. Les principaux défis actuels passent notamment par le développement de techniques culturales simplifiées (réduction des intrants) et de techniques de conservation du sol (protection de la ressource sol). L'évolution récente des techniques est liée à l'essor de l'agriculture de conservation qui s'appuie sur : 1) la diversité de la rotation, y compris les associations culturales, 2) la réduction de l'intensité du travail du sol et 3) la couverture permanente du sol (www.fao.org/ag/ca). En Suisse, ce système de culture concerne directement moins de 10% des terres arables en semis direct et, à des degrés divers, 30% des terres qui ne sont plus labourées (Streit, 2010). Les exploitations de grandes cultures ayant renoncé au travail du sol sont souvent confrontées à des problèmes d'adventices et celles sans bétail à un manque d'azote. Ces deux problèmes sont encore renforcés en agriculture biologique. Les agriculteurs ont développé un savoir-faire empirique qu'il s'agit d'approfondir par la compréhension des processus pour permettre l'adoption de ces techniques innovantes à plus large échelle.

Pour répondre aux besoins de l'ensemble des producteurs et décideurs, les thèmes de recherche prioritaires suivants ont été identifiés à l'échelle des systèmes de grande culture :

- i) Diversification de la rotation des cultures, utilisation accrue des légumineuses dans la rotation,
- ii) Utilisation plus systématique des couverts végétaux dans les rotations de grandes cultures,
- iii) Prévention des problèmes phytosanitaires et réduction de l'utilisation des pesticides (surtout du glyphosate),
- iv) Adaptation du raisonnement de la fertilisation pour tenir compte des modifications du cycle des éléments nutritifs liées à l'adoption des nouvelles techniques de culture.

Par des combinaisons innovantes entre travail du sol réduit, rotation diversifiée et couverture du sol, il s'agit, tout en maintenant les performances des cultures, d'augmenter l'efficacité d'utilisation des ressources, de réduire le recours aux intrants non renouvelables, notamment des herbicides, et d'améliorer la résilience des systèmes de grande culture.

Objectifs et questions de recherche

Objectif général:

Développer des systèmes de grande culture durables et résilients basés sur les principes de l'agriculture de conservation (diversification des rotations de culture, réduction du travail du sol et couverture maximale du sol) et qui permettent:

- 1) de maîtriser les adventices avec le moins d'herbicide possible (si possible sans herbicide) et
- 2) d'utiliser les ressources de façon efficiente.

Soutenir le développement de l'agriculture biologique dans les exploitations de grandes cultures.

Objectifs spécifiques:

- 1) Synthétiser les connaissances sur la valeur des légumineuses dans la rotation et actualiser la fiche technique sur la valeur du précédent cultural (requête 2.107)
- 2) Optimiser la composition et la gestion des couverts végétaux en fonction des services écosystémiques attendus (lutte contre les mauvaises herbes, amélioration de la fertilité du sol, protection du sol, ...) (requête 18.52)
- 3) Optimiser la combinaison travail réduit du sol - couverts végétaux afin de limiter les problèmes phytosanitaires et de réduire au maximum l'usage des herbicides ainsi que les risques qui y sont liés (requêtes 1.1, 4.15, 4.18, 5.2, 23.87, 9.18, 28.74, 28.75)
- 4) Optimiser la combinaison travail réduit du sol - couverts végétaux afin d'améliorer l'efficacité d'utilisation des éléments nutritifs, en particulier de l'azote (requêtes 18.52, 18.71, 18.77)
- 5) Améliorer la prise en compte des nouvelles techniques de culture (travail du sol réduit, couverts végétaux, cultures associées) sur les recommandations de fumure (actualisation des principes de fertilisation - PRIF)
- 6) Evaluer l'impact de la diversification des rotations de grandes cultures sur la résilience des systèmes de production dans le contexte du changement climatique (requête 28.89).

Contribution concrète au CSR n° 2 (décrire en quelques phrases la contribution concrète et les nouvelles connaissances relatives au CSR, en précisant clairement le lien thématique avec les questions de recherche formulées dans le CSR)

Question de recherche 1: nouvelles connaissances sur l'impact de techniques culturales nouvelles ou améliorées (utilisation accrue de couverts végétaux et de légumineuses dans la rotation, travail du sol réduit) sur l'efficacité des ressources (surtout de l'azote) et les performances des grandes cultures (niveau et stabilité des rendements, qualité des récoltes)

Question de recherche 2: mise au point de techniques culturales (couverts végétaux, lutte mécanique, ...) permettant de maîtriser les mauvaises herbes dans les grandes cultures en utilisant le moins d'herbicide possible, en particulier lorsque le travail réduit du sol est réduit

Question de recherche 3: nouvelles connaissances sur l'impact des techniques de l'agriculture de conservation (travail réduit du sol, couverture permanente du sol, rotation des cultures) et de l'agriculture biologique (projet Cerqual) sur l'efficacité des ressources, la résilience et la rentabilité des systèmes de grandes cultures

Question de recherche 5: nouvelles connaissances sur l'impact du système de grande culture et de l'environnement (sol, climat) sur les composantes de l'agro-écosystème (culture, mauvaises herbes, ravageurs, micro-organismes du sol, ...)

Contribution à max 3 autres CSR (décrire en quelques phrases la contribution concrète relative aux questions de recherche formulées dans le CSR)

au CSR n° 5 :

Question de recherche 1: nouvelles connaissances sur la biologie des mauvaises herbes et sur leurs interactions avec les autres composantes de l'agro-écosystème afin d'améliorer l'efficacité des ressources et de réduire l'utilisation des herbicides dans les systèmes de grande culture

Question de recherche 3: nouvelles connaissances sur les possibilités de réduire l'utilisation des herbicides et les risques qui y sont liés grâce à l'utilisation de couverts végétaux dans les systèmes de grande culture

au CSR n° 15 :

Question de recherche 3.1 : nouvelles connaissances sur l'impact de différentes techniques culturales en grandes cultures (labour, travail réduit du sol, semis direct, rotation des cultures diversifiée, utilisation accrue de couverts végétaux et de légumineuses) sur les fonctions essentielles du sol, telles que formation du rendement, le recyclage des éléments fertilisants et la séquestration du carbone.

Utilité principale pour l'agriculture biologique (dans le cas d'une contribution, la décrire concrètement en quelques phrases)

Les travaux concernant le développement de systèmes de culture innovants pour améliorer la disponibilité en azote et la qualité du blé se déroulent en conditions bio (projet Cerqual en collaboration avec le FiBL). D'autre part, les techniques culturales étudiées dans ce projet visent à maîtriser les problèmes de mauvaises herbes et à améliorer la fertilité du sol (en particulier la disponibilité en azote) en utilisant le moins possible d'herbicides et d'engrais de synthèse (utilisation accrue de couverts végétaux et de légumineuses dans la rotation, lutte mécanique contre les mauvaises herbes, ...), servent aussi à l'agriculture biologique.

Matériel et méthodes (description sommaire)

Deux essais de longue durée mis en place sur le domaine de Changins il y a environ 50 ans servent de base pour les objectifs liés à l'étude

- 1) du travail du sol (P29C, 1969) et
- 2) de la rotation des cultures (P20, 1967). Les méthodes appliquées dans l'essai P29C sont décrites par Büchi et al. (2017) et par Vullioud et al. (2006), celles utilisées dans l'essai P20 par Charles et al. (2011).

De nouveaux essais seront mis en place:

- 3) Essai de longue durée pour étudier l'impact du travail du sol réduit, des couverts végétaux (cultures intercalaires, cultures associées) et des légumineuses sur la durabilité des systèmes de grandes cultures, en particulier sur la maîtrise des mauvaises herbes et l'efficacité des ressources. Le dispositif expérimental sera finalisé en 2018, en collaboration étroite avec le projet IP+ (P. Jeanneret) et les groupes de recherche intéressés.
- 4) Essai visant à préciser l'intérêt de systèmes de culture innovants pour améliorer la disponibilité en azote et la qualité du blé en conditions bio (projet Cerqual, en collaboration avec le FiBL).
- 5) Essais annuels pour l'étude des mélanges et des espèces de couverts végétaux (en collaboration avec la PAG-CH).

Les essais 3 et 4 seront complétés par des essais en bandes chez des agriculteurs (essais *on farm*) pour évaluer et améliorer dans les conditions de la pratique (co-innovations) les systèmes développés en conditions contrôlées.

La valeur relative du précédent cultural sera actualisée en fonction des requêtes des milieux concernés ainsi que sur la base de la littérature scientifique et d'avis d'experts.

Bibliographie (toutes dernières connaissances / ne citer que quelques publications propres et étrangères scientifiques et axées sur la pratique)

- Amossé C., Dugon J., Chassot A., Courtois N., Etter J.-D., Fietier A., Grünig K., Henggartner W., Ramseier H., Rossier N., Sturny W., Wittwer R., Zimmermann A., Jeangros B., Charles R., 2015. Comportements de différents couverts végétaux dans un réseau d'essais on farm. Recherche Agronomique Suisse 6 (11-12), 524-533.
- Büchi L., Gebhard C.-A., Liebisch F., Sinaj S., Ramseier H., Charles R., 2015. Accumulation of biologically fixed nitrogen by legumes cultivated as cover crops in Switzerland. Plant and Soil 23, 1-13.
- Büchi L., Wendling M., Amossé C., Jeangros B., Sinaj S., Charles R., 2017. Long and short term changes in crop yield and soil properties induced by the reduction of soil tillage in a long term experiment in Switzerland. Soil & Tillage Research, in press.
- Charles R., Cholley E., Frei P., 2011. Assolement, travail du sol, variété et protection fongicide en production céréalière. Recherche Agronomique Suisse 2(5), 212-219.
- Justes E., Beaudoin N., Bertuzzi P., Charles R., Constantin J., Dürr C., Hermon C., Joannon A., Le Bas C., Mary B., Mignolet C., Montfort F., Ruiz L., Sarthou J.P., Souchère V., Tournébiz J., 2012b. Réduire les fuites de nitrate au moyen de cultures intermédiaires : conséquences sur les bilans d'eau et d'azote, autres services écosystémiques. Rapport d'étude, INRA (France), 64p.
- Melander B., Munier-Jolain N., Charles R., Wirth J., Schwarz J., van der Weide R., Bonin L., Kryger Jensen P., and Kudsk P., 2013. European Perspectives on the Adoption of Non-Chemical Weed Management in Reduced Tillage Systems for Arable Crops. Weed Technology, 27, 231-240.
- Vullioud P., Neyroud J.A., Mercier E., 2006. Résultats de 35 ans de culture sans labour à Changins. II. Evolution des propriétés du sol. Revue suisse Agric. 38 (1), 1-16.
- Wendling M., Büchi L., Amossé C., Jeangros B., Walter A., Charles R., 2017. Specific interactions leading to transgressive overyielding in cover crop mixtures. Agriculture Ecosystems and Environment 241, 88-99.

Teaser et résumé succinct du projet pour la communication/Internet
(Teaser: max. 400 caractères; résumé succinct: max. 800 caractères, espaces inclus)

La rotation des cultures et le travail du sol forment la base des systèmes de grande culture.
Pour répondre aux défis actuels, il est nécessaire de repenser et d'optimiser les techniques culturales de façon à pouvoir réduire l'utilisation des intrants, notamment des herbicides, et à améliorer la fertilité des sols.

Par des combinaisons innovantes entre travail du sol réduit, rotation diversifiée et couverture maximale du sol (agriculture de conservation), ce projet vise à développer des systèmes de grande culture durables et résilients permettant d'utiliser les ressources de façon efficiente, de réduire au strict minimum l'utilisation des produits phytosanitaires et de produire de façon rentable. En collaboration étroite avec plusieurs équipes d'Agroscope, deux types d'essais seront réalisés : a) des essais en station pour étudier les effets à long terme du travail du sol et de la rotation et pour évaluer les performances de différents mélanges et espèces de couverts végétaux et b) des essais chez des agriculteurs pour optimiser dans les conditions de la pratique de nouvelles techniques de production. Ce projet apportera des solutions aussi bien aux agriculteurs conventionnels qu'aux agriculteurs bio.

Approbation du projet

Date:	28-08-2017	Visa R GR:	jebe
Date:	14-09-2017	Visa R DR / R DC:	cach
Date:	14-09-2017	Visa R CSR:	cach



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Agroscope

Programme d'activité

N° de projet

PA 2018-2021

18.02.15.01.02

Désignation abrégée/acronyme du projet (max. 20 caractères)

Nutrition des plantes

N° Domaine

15

Systèmes de production Plantes

N° Groupe

15.1

Systèmes de grandes cultures et Nutrition des plantes

Chef-fe de projet/suppléant-e

Sokrat Sinaj / Bernard Jeangros

Durée du projet

Début du projet

Fin du projet

4 ans

2018

2021

Projet

Total des jours de travail sans fonds tiers	1980
Contribution au CSR	2
Contribution à d'autres CSR	15

Enquête sur les besoins: contribution à la demande n°	9.4, 18.11, 18.12, 18.23, 18.74, 28.3, 28.98, 28.99
Le projet contient des travaux financés par des fonds tiers	☒ oui ☐ non
Le projet contient une contribution à l'agriculture biologique	☒ oui ☐ non

Titre dans la langue originale

Nutrition écologiquement efficiente des plantes de grande culture

Nutrition des plantes

Ecollogically efficient plant nutrition of field crops

Arable crops, guidelines for fertilization practices, method, nutrient availability, nutrient cycling, plant nutrition

Situation initiale et problématique

La nutrition et la fertilisation des cultures agricoles est un processus clé de la production agricole. On dénombre une quinzaine d'éléments indispensables à la croissance et au développement des végétaux. Les progrès qui ont conduit à la production d'engrais ont eu un effet fondamental sur la production agricole et sur le développement des sociétés. L'utilisation intensive d'engrais qui en a découlé a largement modifié les flux d'éléments à l'échelle du globe, occasionnant divers problèmes environnementaux. Par ailleurs, la production d'engrais (cas du phosphore) dépend de ressources qui ne sont pas renouvelables à l'échelle humaine et qui doivent autant que possible être conservées. Malgré tout, la consommation d'engrais devrait continuer à augmenter dans les années à venir pour faire face aux besoins croissants de la population mondiale.

Dans ce contexte, la gestion intégrée des éléments nutritifs deviendra une composante indispensable des systèmes agraires productifs et durables. Ainsi, la fertilisation des cultures agricoles ne peut plus être raisonnée simplement en termes d'apports d'engrais, elle doit être réfléchie de façon intégrée au niveau des systèmes de production. La recherche en nutrition des plantes doit fournir les bases scientifiques permettant d'assurer un approvisionnement optimal des cultures en éléments nutritifs afin d'obtenir des récoltes satisfaisantes en quantité et en qualité tout en limitant les impacts négatifs sur l'environnement.

La recherche en nutrition des plantes est composée d'une partie appliquée qui vise à améliorer et à actualiser régulièrement les « Principes de fertilisation des cultures agricoles en Suisse » (PRIF) et d'une partie de recherche fondamentale orientée vers l'application. Cette dernière a pour objectif principal de comprendre les processus et les facteurs gouvernant le transfert des flux de nutriments de la phase solide du sol vers sa solution puis vers la plante, et

de fournir les bases scientifiques permettant une gestion intégrée et efficiente des éléments nutritifs, une composante indispensable des systèmes agraires productifs et durables.

Objectifs et questions de recherche

Objectif général

Proposer des concepts et des méthodes appropriés, des systèmes de diagnostic et des pratiques de gestion adaptés pour assurer un approvisionnement suffisant en éléments nutritifs des cultures agricoles tout en préservant le stock des ressources naturelles et la qualité de l'environnement.

Objectifs spécifiques

1. Efficacité d'utilisation des éléments nutritifs par les agrosystèmes suisses.

1.1. Evaluer l'efficacité d'utilisation des éléments nutritifs (en particulier N, P et K) par les grandes cultures, selon différentes pratiques agricoles conduites à court et à long terme. Cet objectif sera réalisé en collaboration avec les collègues des groupes de recherche concernés utilisant l'ensemble des essais de longue et courte durée mise en place par Agroscope dans le cadre de la fertilisation des grandes cultures.

1.2. Evaluer & modéliser l'effet à long terme des différentes formes d'amendements organiques (engrais de fermes, résidus de cultures, engrais verts) sur la fertilité du sol, le stock et la qualité du carbone organique du sol, la disponibilité des éléments nutritifs pour les cultures agricoles et le rendement et la qualité des récoltes (en collaboration avec le groupe de P. Weiskopf).

1.3. Contribuer au développement de nouvelles méthodes (ex. méthodes utilisant des traceurs isotopiques) et de nouveaux indicateurs (ex. indice de nutrition des plantes) caractérisant la disponibilité des éléments nutritifs pour les grandes cultures.

2. Développer et caractériser de nouveaux engrais de recyclages et tester leurs effets sur le rendement des cultures agricoles ainsi que sur la qualité des sols et des récoltes.

3. Coordonner l'actualisation permanente des PRIF (en collaboration avec les collègues des groupes de recherches concernés) et plus particulièrement les chapitres consacrés aux normes de fertilisation des grandes cultures et aux analyses des plantes.

4. Coordonner les études liées à la nutrition des plantes et assurer les tâches de coordination liées à KBD (Groupe de coordination Agroscope Sol & Fertilisation), BDU (Groupe de vulgarisation, fertilisation & environnement), Groupe technique Suisse-Bilanz, RMT-FE (Réseau Mixte Technologique-Fertilisation et Environnement) et COMIFER (Comité français d'études et de développement de la fertilisation raisonnée).

Contribution concrète au CSR n° 2 (décrire en quelques phrases la contribution concrète et les nouvelles connaissances relatives au CSR, en précisant clairement le lien thématique avec les questions de recherche formulées dans le CSR)

Ce projet contribue principalement au CSR n° 2 (Questions 1, 3, 4 & 5), surtout pour les aspects qui concernent l'utilisation efficace des ressources naturelles, le rendement et la qualité de production en grandes cultures (objectifs 1, 2, 3 & 4).

Question de recherches 1 & 3. *Nouvelles approches/méthodes et de nouveaux indicateurs caractérisant la disponibilité des éléments nutritifs pour les grandes cultures; Nouveaux outils de diagnostic et de conseil; Engrais de recyclages et leurs effets sur le rendement et la qualité des récoltes.*

Question de recherche 4. *Méthodes géostatistiques pour cartographier la variabilité spatiale et temporaire des éléments nutritifs au niveau régionale.*

Question de recherche 5. *Techniques de conservation (travail du sol, la restitution systématique des pailles de céréales ou l'insertion d'engrais verts) et l'efficience d'utilisation des éléments nutritifs (sol & engrais).*

Contribution à max 3 autres CSR (décrire en quelques phrases la contribution concrète relative aux questions de recherche formulées dans le CSR)

au CSR n° 15 : La plupart des activités de ce projet contribuent aussi au CSR n° 15 (Questions 1, 3, & 4), surtout les aspects en relation avec l'utilisation efficace des ressources naturelles (objectifs 1 & 2).

Question de recherche 1. *Evaluer & modéliser l'effet des différentes techniques de conservation sur la valeur fertilisante en éléments nutritifs (NPK), fertilité du sol, le stock et la qualité du C-org du sol.*

Question de recherche 3. *Evaluer & modéliser la dynamique de libération du P de la phase solide vers la solution du sol; quels critères pour évaluer la qualité des produits contenant du P recyclé ?*

Question de recherche 4. *Optimisation du cycle des éléments nutritifs au niveau régional.*

Utilité principale pour l'agriculture biologique (dans le cas d'une contribution, la décrire concrètement en quelques phrases)

Plusieurs résultats attendus auront une utilité pour l'agriculture biologique et plus particulièrement les résultats de l'objectif 2 « Développement des nouveaux engrais naturels à base de cendres de bois et de digestats de larves de mouches ».

Matériel et méthodes (description sommaire)

Les essais de longue durée sont l'outil méthodologique principal pour la réalisation de différentes activités de recherches composant ce projet. Ces essais, qui ont débuté il y a plusieurs dizaines d'années, ont fait l'objet de nombreuses observations et mesures sur la fertilité des sols et la production des cultures agricoles et ont permis la constitution de bases de données précieuses pour ce projet. Les principales méthodes utilisées ou prévues dans le cadre des recherches de ce projet sont indiquées ci-dessous (voir également la liste des publications propres indiquées ci-dessous):

- Caractérisation générale de la fertilité physico-chimique et biologique des sols agricoles,
- Caractérisation de la phytodisponibilité des éléments nutritifs des sols agricoles et des engrais,
- Cartographie de la variabilité spatiale et temporaire des éléments nutritifs au niveau régionale,
- Outils de diagnostic et de conseil.

Bibliographie (toutes dernières connaissances / ne citer que quelques publications propres et étrangères scientifiques et axées sur la pratique)

- S. Sinaj & Richner W., 2017. Principes de fertilisation des cultures agricoles en Suisse (PRIF 2017). Recherche Agronomique Suisse 8 (6), Publication speciale, 276p.
- Blanchet G., Libohova Z., Joost S., Rossier N., Schneider A., Jeangros B., Sinaj S. 2017. Spatial variability of potassium in agricultural soils of the canton of Fribourg, Switzerland. *Geoderma*, 290 (2017) 107–121.
- Maltas A., Charles R., Pellet D., Dupuis B., Levy L., Baux A., Bernard Jeangros B., et Sinaj S. 2015. Evaluation de deux méthodes pour optimiser la fertilisation azotée des grandes cultures. *Recherche Agronomique Suisse* 6 (3): 84–93.
- Maltas A., Machet JM., Le Roux C., Damay N., et Sinaj S. 2015. Evaluation du logiciel AzoFert® pour optimiser la fertilisation azotée des grandes cultures suisses. *Recherche Agronomique Suisse* 6 (7–8): 336–345.
- Morel Ch., Ziadi N., Messiga A., Bélanger G., Denoroy P., Jeangros B., Jouany C., Fardeau JC., Mollier A., Parent LE., Proix N., Rabeharisoa L., and Sinaj S. 2014. Modeling of phosphorus dynamics in contrasting agroecosystems using long-term field experiments. *Can. J. Soil Sci.* 94: 377-387.
- Roger A., Libohova Z., Rossier N., Joost S., Maltas A., Frossard E., and Sinaj S. 2014. Spatial variability of soil phosphorus in the Fribourg canton, Switzerland. *Geoderma*, 217–218: 26–36.
- Demaria P., Flisch R., Frossard E. and Sinaj S. 2005. Exchangeability of phosphate extracted by four chemical methods. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 168 (1): 89-93.
- Sinaj S., Dubois A., and Frossard E. 2004. Soil isotopically exchangeable zinc: a comparison between E and L values. *Plant and Soil*. 261 (1-2): 17-28.
- Gray C.W., McLaren R.G., Günther D., Sinaj S. 2004. An assessment of Cadmium Availability in Cadmium-Contaminated Soils using Isotope Exchange Kinetics. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 68: 1210-1217.
- Sinaj S., Frossard E., and Mächler F. 1999. Assessment of isotopically exchangeable zinc in polluted and nonpolluted soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 63: 1618-1625.
- Frossard E. and Sinaj S. 1997. The isotopic exchange technique: a method to describe the availability of inorganic nutrients. Applications to K, PO₄, SO₄ and Zn. *Isotopes Environ. Health Stud.* 33: 61-77.

Teaser et résumé succinct du projet pour la communication/Internet

(Teaser: max. 400 caractères; résumé succinct: max. 800 caractères, espaces inclus)

L'objectif des projets réalisés dans ce champ d'activité est de proposer des concepts et des méthodes appropriés, des systèmes de diagnostic et des pratiques de gestion adaptés pour assurer un approvisionnement suffisant en éléments nutritifs des cultures agricoles, tout en préservant le stock des ressources naturelles et la qualité de l'environnement.

La nutrition des cultures agricoles est un processus clé de la production agricole. La recherche en nutrition des plantes doit fournir les bases scientifiques permettant d'assurer un approvisionnement optimal des cultures en éléments nutritifs afin d'obtenir des récoltes satisfaisantes en quantité et en qualité tout en limitant les impacts négatifs sur l'environnement. L'objectif des projets réalisés dans ce champ d'activité est de proposer des concepts et des méthodes appropriés, des systèmes de diagnostic et des pratiques de gestion adaptés pour assurer un approvisionnement suffisant en

éléments nutritifs des cultures agricoles, tout en préservant le stock des ressources naturelles et la qualité de l'environnement. Pour atteindre cet objectif, la recherche en nutrition des plantes est composée d'une partie appliquée et d'une partie de recherche fondamentale orientée vers l'application.

Approbation du projet

Date:	31-10-2017	Visa R GR:	jebe
Date:	31-10-2017	Visa R DR / R DC:	cach
Date:	31-10-2017	Visa R CSR:	cach



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Agroscope

Programme d'activité

N° de projet

PA 2018-2021

18.02.15.02.01

Désignation abrégée/acronyme du projet (max. 20 caractères)

GreenTechEffi

N° Domaine

15

Système de Production Plantes

N° Groupe

15.2

Cultures sous serre

Chef-fe de projet/suppléant-e

Céline Gilli / Cédric Camps

Durée du projet

4 ans

Début du projet

2018

Fin du projet

2021

Projet

Total des jours de travail sans fonds tiers	1536
Contribution au CSR	2
Contribution à d'autres CSR	5

Enquête sur les besoins: contribution à la demande n°	9.2, 12.16, 12.17, 12.88, 12.89, 12.43
Le projet contient des travaux financés par des fonds tiers	☒ oui ☐ non
Le projet contient une contribution à l'agriculture biologique	☒ oui ☐ non

Titre dans la langue originale

Développement de techniques culturales en production sous serre pour améliorer l'efficacité des ressources (engrais, produits phytosanitaires, énergie)

Amélioration de l'efficacité en serre

Development of cropping techniques in greenhouse production to improve resource efficiency (fertilizers, pesticides, energy)

sustainable, lighting, by-product

Situation initiale et problématique

Les cultures sous serre sont des systèmes de production incontournables de nos jours. En effet, ce type de production permet un approvisionnement en légumes frais et de qualité tout au long de l'année. Ce sont des cultures intensives qui utilisent des techniques pointues: cultures sur substrat, éclairage artificiel et enrichissement en CO₂. Mais cette intensification influe directement sur leur impact environnemental et est parfois controversée. D'un autre côté, la serre possède des avantages indéniables: efficacité de l'eau, réduction des pollutions minérales en cultures sur substrat recyclée, réduction des traitements insecticides par l'utilisation de la lutte biologique. Aux Pays-Bas, une étude a montré que la production annuelle par mètre carré a augmenté de 113% en cultures de tomate entre 1983 et 2010 (De Gelder *et al.*, 2012). Même si la consommation d'énergie fossile a fortement diminué (-70% aux Pays-Bas entre 1980 et 2008, Van der Velden & Smit, 2012), elle reste le facteur le plus impactant sur l'environnement. Le développement de nouvelles techniques culturales peut encore améliorer l'efficacité des ressources en cultures sous serre. La problématique sera abordée sous deux angles. D'une part celui des cultures intensives, sur substrat et de l'autre sous celle de la serre bio.

En serre intensive, sur substrat, les producteurs sont toujours à la recherche de technologies innovantes permettant d'améliorer la rentabilité. Ces dernières années, l'éclairage LED s'est fortement développé. Toutefois, de nombreuses questions demeurent sur leur utilisation et sur les aspects économiques. La limitation des pertes de récoltes liées à la présence de maladies ou de ravageurs reste également d'actualité. Des solutions permettant la réduction de l'utilisation

des produits phytosanitaires sont fortement souhaitées (techniques culturales, utilisation d'antagonistes, etc). Enfin, la réduction de la consommation d'énergie fossile demeure une des préoccupations des producteurs sous serre. En serre bio, les problématiques concernent aussi la réduction des intrants et notamment de l'énergie mais aussi la recherche d'un système de production sous serre plus résilient.

Objectifs et questions de recherche

L'objectif est de réduire l'impact environnemental des cultures sous serre soit en diminuant les ressources utilisées par kilogramme de récolte, soit en limitant les pertes liées aux stress biotiques et abiotiques et ainsi augmenter les rendements. Les solutions testées doivent également permettre de conserver la qualité des produits et être économiquement rentables.

Eclairage LED et plasma

Les LED sont des sources d'éclairage en plein développement aussi bien technologique qu'économique. Beaucoup moins consommatrices d'énergie que des lampes à vapeur de sodium (HPS), elles pourraient être une alternatives à ces dernières. Même si de nombreux travaux ont été menés sur cette thématique, de nombreuses questions sont encore en suspens: choix de la longueur d'onde, stratégie d'utilisation, rentabilité économique... Parallèlement d'autres technologies d'éclairage se développent comme les lampes plasma.

Les objectifs sont d'évaluer l'intérêt de l'éclairage LED, dans les conditions suisses, en culture de tomate, d'adapter, si besoin, le calendrier de production, de déterminer la meilleure stratégie d'apport de l'éclairage (en fonction de la charge en fruits, du taux de photosynthèse) et d'évaluer l'effet sur la qualité, la lutte biologique et le développement de maladies. Les possibilités d'éclairage en production de framboise, en combinaison avec l'utilisation de panneaux photovoltaïques pourront être envisagées dans le cadre du projet INNOSERRE (en cours de rédaction).

L'intérêt des lampes plasma pour améliorer la qualité nutritionnelle des légumes sera étudié.

Vers le zéro énergie fossile en serre biologique

En Suisse, un des défis en culture biologique sous serre est de produire avec peu d'énergie dans des conditions de basse température et avec peu de lumière, tout en maintenant la santé et la fertilité du sol. Pour y parvenir, les rotations culturales doivent être repensées. En effet, la culture principale (tomate) doit être raccourcie et des cultures plus diversifiées, résistantes aux basses températures doivent être testées. La réduction de la consommation d'énergie par rapport à une rotation standard (tomate- salade) sera évaluée. Les différentes alternatives de déshumidification, forte consommatrice d'énergie, devront être envisagées. Les aspects économiques devront également être pris en considérations. Ces études pourront être approfondies si le projet Greenresilient (CORE ORGANIC) est accepté.

Utilisation du digestat en serre biologique

Les essais sont réalisés dans le cadre d'un crédit tiers (mars 2017- février 2020). L'objectif global de ce projet est de développer des stratégies pour une valorisation optimisée des digestats liquides en cultures maraîchères sous serre. Les deux axes principaux du projet sont les aspects liés à l'application et les aspects agronomiques d'une telle valorisation. Les méthodes utilisées permettront d'atteindre ces objectifs avec à long terme l'établissement de recommandations optimisées pour une utilisation raisonnée du digestat liquide en cultures maraîchères biologiques sous serre. Les objectifs sont. a) d'évaluer les possibilités techniques de traitement des digestats liquides pour permettre leur distribution dans les cultures et d'évaluer les techniques d'application existantes, b) d'optimiser la fertilisation de la tomate avec les digestats liquides: définir les meilleures stratégies d'apport (fractionnement dans le temps, combinaison avec d'autres fertilisants), c) de minimiser les effets collatéraux sur l'environnement, d) d'optimiser l'effet des digestats liquides sur la santé des plantes: étudier les possibilités d'apports raisonnés de digestats pour diminuer l'incidence des maladies du sol, aussi en combinaison avec du compost., e) d'évaluer économiquement les stratégies de valorisation des digestats liquides.

Limitation de l'apparition des symptômes d'Agrobacterium par des techniques culturales et des antagonistes

Les essais sont réalisés dans le cadre du projet C-IPM C-RootControl (décembre 2016- novembre 2018). L'objectif principal de ce projet est de développer des solutions de lutte intégrée durable permettant de réduire les problèmes attribués à cette maladie. Pour ce faire, une approche holistique est proposée. Les objectifs scientifiques spécifiques et les résultats attendus comprennent le développement d'un outil de surveillance fiable pour la détection rapide de la maladie, le dépistage pour des nouveaux organismes de bio-contrôle, l'évaluation de composés "anti-biofilm" nouveaux et le développement de nouvelles techniques de culture pour réduire les symptômes de la maladie.

Evaluation de la conservation de la fertilité des sols dans les installations hors-sol (demande 9.2)

Si besoin, une expérimentation sera mise en place afin d'évaluer la conservation de la fertilité des sols dans les installations hors-sol. Des solutions pour rétablir cette fertilité seront également étudiées (compost, engrais vert, etc).

Forum Recherche légumes

Des réponses aux demandes urgentes et prioritaires du Forum Recherche Légumes concernant les cultures maraîchères sous serre seront également apportées. Ces demandes concernent en grande partie la protection des

végétaux. Une collaboration et des échanges avec les projets « Culture maraîchère, baies, d'autres cultures / insectes, acariens, nématodes » et « Maladies fongiques en culture maraîchère, de petits fruits et de plante aromatiques et médicinales » sont prévues.

Contribution concrète au CSR n° 2 (décrire en quelques phrases la contribution concrète et les nouvelles connaissances relatives au CSR, en précisant clairement le lien thématique avec les questions de recherche formulées dans le CSR)

Question 1: a) Nouvelle technique de culture: optimisation de la production en cultures sous serre par l'utilisation de l'éclairage LED: effet sur les rendements, la qualité et la consommation d'énergie, utilisation combinée de panneaux photovoltaïques et d'éclairage LED: effet sur économie d'énergie, amélioration des rendements et qualité (projet INNOSERRE) b) Nouvelle méthode de culture: réduction de la consommation d'énergie en cultures bio par des nouvelles rotations culturales (projet Greenresilient, en cours de rédaction), c) Aspects intrants: utilisation de sous produits de la méthanisation pour la fertilisation.

Question 3: a) Utilisation d'antagonistes contre Agrobacterium pour conserver la rentabilité, b) Serre biologique: nouveau système de production en serre bio (adaptation des rotations, intensification écologique, utilisation de bandes fleuries...) pour atteindre la résilience (projet Greenresilient, soumis).

Question 4: L'effet des différents systèmes de production sur la qualité est analysé (éclairage LED, utilisation de digestats).

Question 6: Effets du digestat: étude des possibilités d'apports raisonnés de digestats pour diminuer l'incidence des maladies du sol (projet Biogreenhouse).

Contribution à max 3 autres CSR (décrire en quelques phrases la contribution concrète relative aux questions de recherche formulées dans le CSR)

au CSR n° 5 : antagonistes, techniques culturales, lutte biologique

Utilité principale pour l'agriculture biologique (dans le cas d'une contribution, la décrire concrètement en quelques phrases)

digestat, serre basse énergier

Matériel et méthodes (description sommaire)

Infrastructure: les essais seront réalisés en serre verre (60 m², 90 m², 360 m²) ou en phytotrons (3 unités), soit en sol, sur substrat ou en hydroponie. Différents types d'éclairage sont à disposition (LED, HPS et Plasma).

Matériel végétal: légumes fruits (tomates, aubergines) et légumes feuilles ou condimentaires (laitue, basilic etc.)

Matériel de monitoring non-destructif. NIR-portable, FT-NIR spectromètre, Fluor-Pen (fluorescence de la chlorophylle), SPAD (chlorophyll mètre), LI-6400XT (photosynthèse).

Matériel d'analyses destructives: analyses qualités (Durofel, reflectomètre, titrimètre), analyse de texture (Texture Analyzer), surface foliaire (LI-3100).

Méthodes: Les différents essais font l'objet de mesures et de contrôles (phénologie, rendements, analyses de la qualité). Les méthodes suivantes pourront être utilisées:

Mesure des échanges gazeux (photosynthèse, transpiration): Caemmerer von S., G.D. Farquhar, 1981. Some relationships between the biochemistry of photosynthesis and the gas exchange of leaves. *Planta* 153, 376-387.

Qualité analytique tomates: CTIFL, Novembre 2000. Le point sur les outils de mesure de la qualité des fruits et légumes. Camps, C., 2010. Mesure non-destructive de la qualité des tomates par spectroscopie proche infrarouge. *Revue Suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 42, 298-303.

Mesure de la chlorophylle: Marenco, R. A., et al., 2009. Relationship between specific leaf area, leaf thickness, leaf water content and SPAD-502 readings in six Amazonian tree species. *Photosynthetica*. 47, 184-190.

Mercado-Luna, A., et al., 2010. Nitrogen determination on tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) seedlings by color image analysis (RGB). *African Journal of Biotechnology*. 9, 5326-5332.

Analyses de sol et de solution nutritive: méthodes de Sol Conseil www.sol-conseil.ch/fr/Laboratoire/Methodes.html

Bibliographie (toutes dernières connaissances / ne citer que quelques publications propres et étrangères scientifiques et axées sur la pratique)

- Gilli C., Camps C. & Fleury Y., 2017. LED dans la canopée. *Der Gemüsebau/Le Maraîcher*, 4, 29.
- Gilli C. & Lutz M., 2016. Prolifération racinaire en culture sur substrat. *Der Gemüsebau/Le Maraîcher*, 5, 18.
- Camps C. & Gilli C., 2017. Prediction of local and global tomato texture and quality by FT-NIR spectroscopy and chemometric. *European Journal of Horticultural Science* 82 (3), 16-133.
- Baptista F.J., Murcho D., Silva L.L., Stanghellini C., Montero J.I., Kempkes F., Munoz P., Gilli G., Giuffrida F. & Stepowska A., 2017. Assessment of energy consumption in organic tomato greenhouse production - a case study. *Acta Hort.* 1164, 453-460.

- Moerkens R., Vanlommel W., Vanderbruggen R. & Van Delm T., 2016. The added value of LED assimilation light in combination with high pressure sodium lamps in protected tomato crops in Belgium. *Acta Hort.* **1134**: 119-124.

Teaser et résumé succinct du projet pour la communication/Internet

(Teaser: max. 400 caractères; résumé succinct: max. 800 caractères, espaces inclus)

Les cultures sous serre sont actuellement des systèmes de production incontournables, mais dont l'impact environnemental est parfois controversé en raison notamment de la consommation d'énergie fossile. L'objectif de ce projet est de tester des solutions innovantes pour réduire l'impact environnemental soit en diminuant les ressources utilisées, soit en augmentant les rendements.

Les cultures sous serre sont des systèmes de production incontournables de nos jours. Ce sont des cultures intensives qui utilisent des techniques pointues et donc l'impact sur l'environnement est parfois remis en question. L'objectif de ce projet est de tester des solutions (éclairage LED, utilisation de sous-produit de la méthanisation pour la fumure,...) pour réduire leur impact environnemental soit en diminuant les ressources utilisées par kilogramme de récolte, soit en limitant les pertes liées aux stress biotiques et abiotiques et ainsi augmenter les rendements. Les solutions testées doivent également permettre de conserver la qualité des produits et être économiquement rentables. Les travaux seront réalisés aussi bien en serre conventionnelle, qu'en serre bio.

Approbation du projet

Date:	00-00-2017	Visa R GR:	Sigle
Date:	14-09-2014	Visa R DR / R DC:	cach
Date:	14-09-2017	Visa R CSR:	cach



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Agroscope

Programme d'activité

N° de projet

PA 2018-2021

18.02.15.03.01

Désignation abrégée/acronyme du projet (max. 20 caractères)

Swiss Berry

N° Domaine

15

Système de production Plantes

N° Groupe

15.3

Baies et Plantes médicinales

Chef-fe de projet/suppléant-e

(Catherine Baroffio / André Ançay

Durée du projet

Début du projet

Fin du projet

4 ans

2018

2021

Projet

Total des jours de travail sans fonds tiers	2404
Contribution au CSR	2
Contribution à d'autres CSR	3 5

Enquête sur les besoins: contribution à la demande n°	6.4; 6.8; 6.13; 6.15; 9.2; 9.17; 13.26; 13.38; 13.40; 13.47; 13.57; 13.61; 13.69
Le projet contient des travaux financés par des fonds tiers	☒ oui ☐ non
Le projet contient une contribution à l'agriculture biologique	☒ oui ☐ non

Titre dans la langue originale

Optimisation des techniques de production en cultures de baies favorisant la qualité des fruits, la vitesse de récolte et l'efficacité des ressources en considérant le changement climatique

Optimisation des techniques de production en cultures de baies

Optimisation of production techniques of berry crops to increase fruit quality, picking rate and resource efficiency with regards to climatic change

berry, climate change, fertilization, forum, fruit quality, irrigation, production system

Situation initiale et problématique

La production de baies suisses est en constante augmentation ces dernières années. Les progrès des techniques culturales ont largement contribué à cette évolution, ainsi que l'amélioration de la qualité des fruits. Pour optimiser les techniques de production afin de mieux répondre aux demandes des consommateurs, aux critères de la rentabilité des cultures et aux critères de la durabilité, différents problèmes sont à considérer:

1. La pression sur les produits phytosanitaires augmente. La demande des consommateurs de pouvoir manger des fruits avec zéro résidu grandit d'année en année. De plus, l'utilisation des produits phytosanitaires devient plus exigeante pour des raisons de protection de l'environnement. Avec la diminution du nombre de produits phytosanitaires à disposition pour les baies et l'augmentation du trafic commercial mondial de fruits, des maladies et ravageurs apparaissent et deviennent de gros problèmes pour la production suisse. Une des solutions importantes pour le futur est l'adaptation des techniques de production pour renforcer les cultures et empêcher au mieux le développement des maladies, des ravageurs et des plantes adventives.
2. Une bonne qualité sensorielle des baies fait augmenter la consommation de fruits. Les techniques de production (p. ex. étalement de la production, nouvelles cultures) et de conservation sont à optimiser pour favoriser la qualité des fruits, un facteur important de la rentabilité des cultures de baies.
3. Les charges les plus importantes pour la production de baies sont les coûts de cueillette pour le marché frais. Des techniques de production qui favorisent la vitesse de récolte sont à développer et à tester.

4. Les ressources naturelles se raréfient ou deviennent très chères, notamment le prix de l'eau, les substrats organiques, certains engrais et l'énergie. Des méthodes de production, inclus les smart farming (digitalisation) peuvent permettre d'augmenter l'efficacité des ressources.
5. Ces dernières années, les conditions climatiques se sont modifiées: instabilité des saisons, forts et brusques écarts de températures, hiver trop doux, printemps très pluvieux, arrière-saison très chaude. Ces changements climatiques ont des conséquences sur la qualité des petits fruits. Les fruits produits sous tunnels perdent en fermeté à cause des gros pics de chaleur et/ou se déforment à cause des écarts extrêmes de température. Les fruits produits en plein champ subissent les assauts de la météo capricieuse et le rendement et la qualité en pâtit.
6. La recherche reste en contact étroit avec la production et la vulgarisation dans le cadre du Forum Baies. Les problèmes de la production sont discutés et priorisés par ce Forum.

Objectifs et questions de recherche

L'objectif principal optimiser les techniques de production afin de favoriser la qualité des fruits, d'améliorer la rentabilité des cultures et d'augmenter l'efficacité des ressources en considérant le changement climatique.

1. Comment optimiser les techniques de production pour diminuer les résidus sur fruits
 - 1.1. Réduire l'utilisation des produits phytosanitaires en développant des systèmes de production qui renforcent les cultures et empêchent au mieux le développement des maladies, des ravageurs et des plantes adventives. Cette nouvelle façon de produire est d'une grande importance pour le futur.
 - 1.2. Utilisation de la lumière pour lutter contre l'oïdium.
 - 1.3. Choix variétal et distances de plantation pour lutter contre les divers ravageurs (par ex. eriophyides) et maladies (oïdium).
 - 1.4. Trouver un compromis entre date de récolte et attaque de *Drosophila suzukii* (en considérant les variétés) (6.4)
 - 1.5. Trouver des alternatives à l'utilisation des produits chimiques : auxiliaires, bio-activateurs, ...
2. Comment optimiser les techniques de production pour favoriser la qualité et la diversité des fruits
 - 2.1. Analyser les facteurs qui influencent la qualité gustative et nutritionnelle des fruits (phytotron).
 - 2.2. Analyser l'influence des nouvelles variétés sur ces paramètres.
 - 2.3. Tester de nouvelles cultures de baies alpines ou d'autres régions avec un fort potentiel de valeur ajoutée en lien avec le trend 'santé'.
3. Comment optimiser les techniques de production pour améliorer la rentabilité des cultures (13.38; 13.57)
 - 3.1. Développer des techniques de production permettant d'augmenter la vitesse de récolte afin d'améliorer la rentabilité (densité, mode de conduite, variétés).
 - 3.2. Développer des techniques de production permettant de mieux étaler la production (plantation, variétés, abri,...).
 - 3.3. Etudier l'impact d'un apport de lumière artificielle et de CO₂ sur le potentiel de rendement, la qualité des baies et la rentabilité de la culture.
4. Comment optimiser les techniques de production pour améliorer l'efficacité des ressources?
 - 4.1. Diminution de la quantité d'eau utilisée pour la production des baies en plein champ et sur substrat, sans altérer la qualité et le rendement (6.12). Utilisation et développement de systèmes automatisés et d'outils d'aide à la décision afin d'optimiser la gestion de l'irrigation en hors sol et en plein champ avec fractionnement des apports et irrigation automatique basée sur des données de capteurs (digitalisation avec sondes watermark). Pour une production sur substrat, un outil de gestion de l'irrigation est à développer et/ou adapter afin d'adapter automatiquement la fréquence et la durée des irrigations au volume du drainage.
 - 4.2. Optimisation des apports des solutions nutritives et engrais par fertigation (6.8; 13.40) afin de réduire les quantités d'éléments nutritifs utilisés sans impacts sur la qualité et le rendement.
 - 4.3. Proposer des substrats élaborés en Suisse à base de matières organiques indigènes pour la production de baies sur substrat HS (6.13).
5. Comment optimiser les techniques en fonction du changement climatique (6.15; 13.47; 13.69):
 - 5.1 Améliorer la gestion du climat sous tunnel : ombrage, brumisation, ventilation. Etudier l'influence de ces techniques sur la fermeté, le calibre et la déformation des fraises et framboises, ainsi que l'étude de leurs effets secondaires (impact sur la qualité, la précocité).
 - 5.2 Définir des variétés avec une haute plasticité et adapter les dates de plantation (simulation avec phytotrons).
6. Répondre aux demandes annuelles du Forum Baies

Contribution concrète au CSR n° 2 (décrire en quelques phrases la contribution concrète et les nouvelles connaissances relatives au CSR, en précisant clairement le lien thématique avec les questions de recherche formulées dans le CSR)

Ce projet contribue principalement au CSR No 2 en pouvant répondre aux questions de recherche 1, 2, 3 et 4:

Question de recherche 1 et 3: Ajustement des techniques pour optimiser l'efficacité des ressources (objectif 1) en diminuant la quantité d'eau et en optimisant les apports de solutions nutritives. Elaboration de nouveaux substrats (objectif 3.1). Comment adapter les techniques pour compenser les aléas climatiques: brusques changements de température (objectif 4)

Question de recherche 2: Réduction de produits phytosanitaires en optimisant les techniques de conduite (objectif 1.1; 2.1; 2.2; 2.3; 2.4), en travaillant sur des alternatives aux insecticides, sur la lumière ou la distance de plantation. Le projet tiers en cours sur l'élaboration de stratégie de lutte contre les ériophyides en optimisant la conduite de la culture (distance de plantation, gestion du climat, etc) répond également à cette question de recherche.

Question de recherche 4: Rentabilité et coûts de production: Proposer des méthodes de production innovantes afin d'améliorer la qualité et le rendement (objectif 3.2 et 3.3 et 4). Des contacts sont instaurés avec l'équipe de M. Lipps pour évaluer les vitesses de cueillette et autres paramètres.

Les demandes du forum correspondent à des thèmes de recherche à court terme. Les thèmes principaux sont l'amélioration de techniques de culture ou de proposer des stratégies de conduite de culture pour limiter l'apparition de certaines maladies ou ravageurs.

Contribution à max 3 autres CSR (décrire en quelques phrases la contribution concrète relative aux questions de recherche formulées dans le CSR)

au CSR n° 5 :

L'optimisation de la conduite de la culture, la surveillance et la recherche de produits alternatifs contre la *D. suzukii* contribuent à améliorer les stratégies de lutte contre *Drosophila suzukii*

Utilité principale pour l'agriculture biologique (dans le cas d'une contribution, la décrire concrètement en quelques phrases)

Plusieurs résultats attendus auront une utilité pour la production biologique particulièrement tous les essais concernant les diminutions d'intrants.

Matériel et méthodes (description sommaire)

1. Ajustement des techniques pour optimiser l'efficacité des ressources : analyses hebdomadaires des intrants
 - a. Ançay, A., Carlen Ch. (Production de framboises sur substrat: choix du volume du pot et du type de substrat? Revue suisse de viticulture, arboriculture, horticulture. 47 (6): 364–370, 2015
2. Développement de techniques permettant de réduire les coûts de production. Cela passe par la réduction de la densité de plantation, la gestion du nombre de porteurs afin d'augmenter la vitesse de récolte. Base de donnée du groupe de travail économie d'entreprise de la FUS
3. Ajustement des techniques pour limiter la pression maladies et ravageurs : suivi des populations de ravageurs et maladies, contrôles visuels,
4. Méthodes de production innovantes
5. Ajustement des techniques en fonction des changements climatiques : Gestion du climat, mesure radiation photosynthétique active PAR, mesure de l'état hydrique des plants.

Bibliographie (toutes dernières connaissances / ne citer que quelques publications propres et étrangères scientifiques et axées sur la pratique)

- Ançay A., Michel V., Baroffio C., 2017. Comparison of manual and automatic irrigation systems in strawberries. Acta Horticulturae. 1156 (40), 263-268.
- Andrianjaka-Camps Z.N., Wittemann M.S., Ançay A., Carlen C., 2016. New cultivars for quality production of primocane fruiting raspberries enriched in healthy compounds. Acta Hort. (ISHS) 1133, 345-352.
- Andrianjaka-Camps Z.N., Heritier J., Ançay A., Andlauer W., Carlen C., 2017. Evolution of the taste-related and bioactive compound profiles of the external and internal tissues of strawberry fruits (*Fragaria x ananassa*) cv. 'Clery' during ripening. Journal of Berry Research, 7 (1), 11-22.
- Dorsaz M., Baroffio C., 2017. Efficacy of lime treatments against *Drosophila suzukii* in Swiss berries. IOBC-WPRS Bulletin. 123, 228-235
- Haye T., Girod P., Cuthbertson A. G. S., Wang X. G., Daane K. M., Hoelmer K. A., Baroffio C.A., Desneux N., 2016. Current SWD IPM tactics and their practical implementation in fruit crops across different regions around the world. Journal of pest science, 89(3), 643-651.

Teaser et résumé succinct du projet pour la communication/Internet
(Teaser: max. 400 caractères; résumé succinct: max. 800 caractères, espaces inclus)

Les activités de recherche dans les baies se concentrent sur l'optimisation des techniques de production afin de favoriser la qualité des fruits, d'améliorer la rentabilité des cultures, d'augmenter l'efficacité des ressources et de limiter l'utilisation des produits phytosanitaires en considérant le changement climatique. Les recherches sont effectuées chez Agroscope, mais également 'on farm' chez des producteurs.

La production de baies suisses est en constante augmentation ces dernières années. Les progrès des techniques culturales ont largement contribué à cette évolution, ainsi que l'amélioration de la qualité des fruits. Pour affronter les divers défis du futur les techniques de production sont à optimiser afin de mieux répondre aux demandes des consommateurs et des producteurs et aux critères de la durabilité.

De nouvelles approches sont développées et testées pour diminuer les résidus sur fruits, pour favoriser leur qualité gustative et nutritionnelle, ainsi que pour augmenter la diversité des baies. De plus, l'optimisation des techniques de production vont améliorer la rentabilité des cultures (vitesse de cueillette) et l'efficacité des ressources (eau, éléments nutritifs, énergie) tout en considérant le changement climatique.

Approbation du projet

Date:	00-00-2017	Visa R GR:	Sigle
Date:	14-09-2017	Visa R DR / R DC:	cach
Date:	14-09-2017	Visa R CSR:	cach



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Agroscope

Programme d'activité

N° de projet

PA 2018-2021

18.02.15.03.02

Désignation abrégée/acronyme du projet (max. 20 caractères)

PlantMed

N° Domaine

15

Système de production plantes

N° Groupe

15.3

Baies et Plantes médicinales

Chef-fe de projet/suppléant-e

Catherine Baroffio / Vincent Michel

Durée du projet

Début du projet

Fin du projet

4 ans

2018

2021

Projet

Total des jours de travail sans fonds tiers	980
Contribution au CSR	2
Contribution à d'autres CSR	3 5

Enquête sur les besoins: contribution à la demande n°	9.17, 14.3, 14.8, 14.10, 14.13
Le projet contient des travaux financés par des fonds tiers	☒ oui ☐ non
Le projet contient une contribution à l'agriculture biologique	☒ oui ☐ non

Titre dans la langue originale

Optimisation des techniques de production des plantes médicinales et aromatiques favorisant qualité des herbes, la sécurité des rendement et l'efficience des ressources

Optimisation des techniques de production des plantes médicinales et aromatiques

Optimisation of production techniques of aromatic and medicinal plants to increase the plant quality, yield security and resource efficiency with regards to climatic change

aromatic and medicinal plants, production, yield, frost damage, synergy, polycluster

Situation initiale et problématique

La demande pour des plantes médicinales et aromatiques suisses est en constante augmentation. L'essentiel de la production des plantes médicinales et aromatiques se fait en zone de montagne. Elle apporte donc à l'agriculture de montagne une diversification intéressante. De plus, elle donne aux industries suisses une matière première de provenance indigène, de haute qualité et de sécurité d'approvisionnement élevée. Ces plantes médicinales et aromatiques sont utilisées principalement par les industries et PME alimentaires et cosmétiques suisses.

Le principal défi de la production de plantes médicinales et aromatiques, qui ne bénéficie pas d'une protection douanière, est de rester compétitif par l'optimisation de la qualité des plantes. Seule une qualité irréprochable et un produit fini de haute qualité permet de favoriser cette production. Le choix variétal et la date de récolte sont les facteurs les plus importants pour obtenir une haute qualité.

Il est aussi important de diminuer les coûts de production de ces cultures, qui sont hauts par rapport à la concurrence d'Europe de l'Est et d'assurer de bons rendements. De plus, ces cultures en zone de montagne sont sujettes aux aléas du climat et de ses modifications ces dernières années: des hivers très doux, sans neige, et des coups de froid extrêmes au printemps, de fortes chaleurs en été avec des possibilités d'irrigation restreintes; apparition de maladies et ravageurs liés aux modifications climatiques et pas facilement jugulables car peu de produits sont à disposition en culture biologique. L'optimisation des techniques de production permet de contourner ces divers problèmes, d'améliorer l'efficience des ressources et d'obtenir une haute qualité d'herbes sèches (procédés de semis et de plantation, hauteur et période de coupe, fumure, gestion de la flore adventice, rotation des cultures, procédés de séchage).

Objectifs et questions de recherche

L'objectif principal est d'optimiser les techniques de production afin de favoriser la qualité des plantes médicinales et aromatiques, d'assurer des rendements stables et d'augmenter l'efficacité des ressources en considérant le changement climatique.

Questions de recherche:

1. Comment favoriser la qualité des plantes médicinales et aromatiques ?
 - 1.1. Optimiser la date et la fréquence de coupe pour favoriser la qualité des nouvelles sélections ou accessions comme entre autre de thym, de sauge, de mélisse et de menthe afin de favoriser la qualité.
 - 1.2. Optimiser la date et la fréquence de coupe pour de nouvelles cultures (plantes alpines) afin de favoriser la qualité.
 - 1.3. Optimiser le chemin cultural (date de plantation, fumure, date de récolte, stade de récolte) pour toute nouvelle plante cultivée (*Calamintha* sp.; *Trigonella* sp.).
 - 1.4. Garantir, par des techniques de production suivies tout au long de la chaîne, des récoltes libres d'alcaloïdes pyrrolizidiniques (14.8).
2. Comment assurer la sécurité et stabilité des rendements en considérant le changement climatique ?
 - 2.1. Tester les couvertures hivernales sur mélisse et véronique afin de protéger les plantes du gel d'hiver.
 - 2.2. Analyser l'influence de la surface foliaire résiduaire après la dernière coupe en automne sur l'hivernage des cultures et la stabilité des rendements.
 - 2.3. Développer des techniques culturales pour faire face au gel printanier (changements climatiques).
 - 2.4. Définir des stratégies de prévention et de lutte contre les maladies et ravageurs avec des techniques compatibles avec les directives de la production biologique.
3. Comment améliorer l'efficacité des ressources ?
 - 3.1. Adapter les techniques de séchage en fonction des avancées technologiques des installations de séchage (les temps et températures de séchage) afin d'économiser de l'énergie et maintenir la qualité de herbes sèches.
 - 3.2. L'efficacité des ressources et la résilience du système de production (9.17, 14.13) sont testées à travers des systèmes de cultures alternatifs. Une alternative proposée est la technique du "polycluster" (ou permaculture). Les polyclusters seront composés de plusieurs plantes médicinales intégrées dans plusieurs strates : plantes tapis-santes, herbes, arbustes, arbres. Les synergies entre les plantes formant le polycluster sont censées améliorer l'efficacité des ressources et conférer une protection contre les pathogènes. Les essais de polycluster seront conduits en parallèle en Thourgovie et en Valais (Bruzson) (si crédit tiers de la CTI accepté)
4. Comment diminuer les coûts de production
 - 4.1. Définir de nouvelles stratégies de désherbages (prévention et lutte mécanique) et de nouvelles méthodes de plantation ou de semis afin de diminuer les besoins en main-d'œuvre.
5. Forum: répondre aux demandes annuelles du forum: ces demandes concernent principalement des problèmes phytosanitaires et d'améliorations de techniques culturales.

Contribution concrète au CSR n° 2 (décrire en quelques phrases la contribution concrète et les nouvelles connaissances relatives au CSR, en précisant clairement le lien thématique avec les questions de recherche formulées dans le CSR)

Ce projet contribue principalement au CSR no 2 et particulièrement aux questions 1,2, 3 et 4.

Question 1: l'efficacité des ressources est abordée par les essais sur l'économie d'énergie avec le séchage et sur le polycluster.

Question 2: la réduction de l'utilisation des produits phytosanitaires est liée à l'étude de la prévention et la lutte sans produits de traitement de plantes contre les maladies, ravageurs et la flore adventice.

Question 3: la question concernant les systèmes de production innovants est abordée par le polycluster, ainsi que la protection hivernale des cultures et les mesures contre le gel de printemps.

Question 4 : favoriser la qualité est une question en lien avec les études sur la date de coupe, fréquence de coupe et diverses techniques de productions.

Contribution à max 3 autres CSR (décrire en quelques phrases la contribution concrète relative aux questions de recherche formulées dans le CSR)

au CSR n° 3 : La domestication et la sélection des plantes alpines est intégrée dans le processus de techniques de production. Une fois la nouvelle plante domestiquée ou sélectionnée, les connaissances sur son chemin cultural doivent être optimisées en parallèle au travail de sélection.

au CSR n° 5 : Lutte contre maladies et ravageurs: certains sujets spécifiques de recherche de stratégie de lutte contre certaines maladies (déperissement de la véronique) ou ravageurs (stratégie de lutte contre les *Longitarsus* sp.) sont des demandes explicites du Forum mais les résultats peuvent être valorisés dans le cadre du CSR 5.

Utilité principale pour l'agriculture biologique (dans le cas d'une contribution, la décrire concrètement en quelques phrases)
Toute la production de plantes aromatiques et médicinales se fait selon les directives de l'agriculture biologique

Matériel et méthodes (description sommaire)
Techniques de production: Les chemins culturaux des plantes médicinales sont décrits (Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus - Saluplanta Bernburg) et classeur Agridea sur les plantes médicinales et aromatiques) Hydrodistillation: la quantification des huiles essentielles se base sur les normes de la pharmacopée européenne. https://www.edqm.eu/fr/Pharmacopée-européenne-9e-Edition

Bibliographie (toutes dernières connaissances / ne citer que quelques publications propres et étrangères scientifiques et axées sur la pratique)
• Carlen C. & Carron C.-A.: Fertilisation des plantes aromatiques et médicinales. In PRIF 2017: Principes de fertilisation des cultures agricoles en Suisse • Carron C.-A., Plaschy M., Vouillamoz J.F. & Baroffio C.A. 2017. Influence d'une couverture hivernale sur le rendement et la qualité de la menthe. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. • Vouillamoz J.F., Wolfram-Schilling E., Carron C.-A. & Baroffio C.A. 2016. Evaluation agronomique et phytochimique de Stevia rebaudiana pour la culture en Suisse. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 48(6): 348-355 • Carron C.-A., Baroffio C.A., Braud C. & M. Miranda. 2017. Swiss herbal Note 2. Rétrospective des ravageurs signalés dans les PMA (plantes médicinales et aromatiques) en Suisse en 2016. Plantes, Agroscope Transfer N° 159 • Carron C.-A., Vouillamoz J.F. & Baroffio C.A. 2017. Rapport annuel Jahresbericht 2016. Plantes médicinales et aromatiques. Medizinal- und Aromapflanzen. Plantes, Agroscope Transfer N° 185

Teaser et résumé succinct du projet pour la communication/Internet (Teaser: max. 400 caractères; résumé succinct: max. 800 caractères, espaces inclus)
La production de plantes médicinales et aromatiques en zone de montagne apporte aux industries et PME suisses une matière première à forte valeur ajoutée. L'objectif principal de ce projet est d'optimiser les techniques de production afin de favoriser la qualité des plantes, d'assurer des rendements stables et d'augmenter l'efficacité des ressources en considérant le changement climatique.
La demande pour des plantes médicinales et aromatiques suisses est en constante augmentation. L'essentiel de la production se fait en zone de montagne et apporte aux industries et PME alimentaires et cosmétiques suisses une matière première à forte valeur ajoutée. Le principal défi de la production de plantes médicinales et aromatiques, qui ne bénéficie pas d'une protection douanière, est de rester compétitif par l'optimisation de la qualité des plantes. Il est aussi important de diminuer les coûts de production de ces cultures et d'assurer la stabilité des rendements en lien avec le changement climatique. L'optimisation des techniques de production permet de contourner ces divers problèmes, d'améliorer l'efficacité des ressources et de permettre une haute qualité des herbes séchées. De plus, les demandes du forum sont traitées annuellement.

Approbation du projet			
Date:	00-00-2017	Visa R GR:	Signé
Date:	14-09-2017	Visa R DR / R DC:	caché
Date:	14-09-2017	Visa R CSR:	caché



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Agroscope

Programme d'activité

N° de projet

PA 2018-2021

18.02.15.04.02

Désignation abrégée/acronyme du projet (max. 20 caractères)

SystemesVerger

N° Domaine

15

Systèmes de production Plantes

N° Groupe

15.4

Production fruitière en région alpine

Chef-fe de projet/suppléant-e

Philippe Monney / Danilo Christen

Durée du projet

Début du projet

Fin du projet

4 ans

2018

2021

Projet

Total des jours de travail sans fonds tiers	1600
Contribution au CSR	2
Contribution à d'autres CSR	11

Enquête sur les besoins: contribution à la demande n°	3.118, 4.23, 9.14, 9.17, 13.10, 13.38 (=27.4), 13.44, 13.47 (=13.69, =27.15), 13.71, 13.200, 23.220, 27.7, 27.11, 27.12.
Le projet contient des travaux financés par des fonds tiers	☒ oui ☐ non
Le projet contient une contribution à l'agriculture biologique	☒ oui ☐ non

Titre dans la langue originale

Système verger : optimisation de la performance et de l'efficacité d'utilisation des ressources grâce à des porte-greffe adaptés et à la technologie des objets connectés en vue d'une gestion intelligente de l'irrigation.

Conception et gestion efficiente du système de verger.

Performant orchard based on rootstock adaptation and remote sensing for a better efficiency of natural resources

Orchard systems, rootstocks, resource management, water management, remote sensing, water stress, soil water potential, plant stress indicator,

Situation initiale et problématique

Comparé à d'autres systèmes, la valeur d'une culture fruitière commerciale lorsqu'elle atteint son potentiel économique maximum est parmi les plus élevés. Si l'on se base sur les données estimées par Bravin et al. (2014), les montants atteignent en moyenne CHF 80'000 pour les espèces à pépin et CHF 140'000 pour les espèces à noyau. Les enjeux économiques sont d'autant plus importants qu'avec plus de 500 heures/ha/an pour les frais de main d'œuvre (pommier, Bravin et al. 2016), l'exploitation du système verger est particulièrement coûteuse et sa rentabilité s'érode sous la pression de la concurrence des produits importés.

Le choix d'une production indigène éthiquement responsable constitue un défi. Premièrement parce qu'il suppose la recherche de système parfaitement adaptés à notre environnement par leur identité génétique et leur conception (variété, porte-greffe, forme, densité de plantation) et deuxièmement parce qu'il implique le développement d'itinéraires techniques permettant à la fois d'optimiser la performance et l'efficacité des ressources, en particulier l'eau d'irrigation, grâce au développement d'indicateurs et d'instruments de pilotage (Sauphanor et Lescouret, 2007).

Parmi les facteurs d'influence de la conception d'un verger, le porte-greffe est un élément central. Ce que l'on nomme communément "apple success story" s'appuie sur l'adoption quasi généralisée du M9 qui a permis la densification des cultures (>2000 arbres/ha) et une augmentation spectaculaire des rendements et de la qualité commerciale (Blaser et al., 1996). L'équivalent du M9 n'existe pas pour les autres espèces fruitières. Au cours de ces dernières décennies, c'est le cerisier qui a connu l'évolution la plus spectaculaire avec l'apparition de porte-greffe 4 à 5 fois moins vigoureux

que les types traditionnels et ouvert la voie à des systèmes plus intensifs (Monney *et al.*, 2009). Pour le poirier et l'abricotier, les problématiques de maîtrise de la vigueur et d'adaptation aux conditions de sol sont toujours d'actualité, avec pour l'abricotier, des interactions complexes sol-vigueur-sensibilité aux pathogènes responsables du dépérissement (bactériose, ESFY).

L'utilisation des ressources en eau est l'objet d'un débat qui gagne en intensité avec la prise de conscience de leur usage immodéré dans l'agriculture (70 % au niveau mondial). Dans un rapport publié en 2010, l'OCDE prévoit la nécessité d'augmenter la production agricole d'environ 50 % à l'horizon 2030, et ceci avec moins d'eau, alors que dans certaines régions, les ressources sont parfois au bord de l'épuisement. Dans les régions tempérées où le niveau des réserves est moins préoccupant, il faut ajouter des préoccupations d'ordre environnemental (biodiversité, modifications du paysage, disparition d'écosystèmes sensibles) ainsi que l'incertitude liée au changement climatique. En Suisse, pour un verger de pommier en pleine production, les besoins en irrigation des vergers varient beaucoup selon les régions, environ 250 mm en Valais et 50-100 mm en moyenne dans les autres bassins de production. Mais le changement climatique fait craindre une augmentation d'épisodes comme ceux que l'on a connus en 2003 et 2015, où les besoins ont quasiment doublé. Or des enquêtes montrent que l'irrigation, lorsqu'elle est pilotée au moyen d'outils de mesure, permet une économie d'eau de 20-50 %, voire plus lorsqu'on applique des méthodes d'irrigation déficitaire contrôlée (Chenafi *et al.* 20xx).

Objectifs et questions de recherche

Plusieurs axes sont à développer pour répondre aux objectifs de rentabilité économique et d'utilisation efficiente des ressources :

- 1.1. Systèmes de verger poirier : Evaluer l'association porte-greffe/variété adaptée aux sols calcaires, ayant une affinité suffisante avec les cognassiers rustiques et modérément sensibles à la chlorose (BA29, EMA, Sydo) et adaptée à une vigueur modérée, éventuellement assez faible pour permettre la conduite axiale sur les francs clonés (Pyriam, série OHF). Evaluer différents systèmes permettant d'augmenter l'efficacité des vergers.
- 1.2. Systèmes de verger abricotier : Tester divers systèmes basés sur le porte-greffe, la hauteur de greffage et la culture sur butte pour une meilleure tolérance à la bactériose. Tester divers systèmes basés sur une réduction de la vigueur pour augmenter la performance et l'efficacité de la main-d'œuvre.
- 2.1. Gestion de l'irrigation : Affiner la détection des besoins et mettre au point des outils d'aide à la décision simples et intégrés à un système de communication ouvert pour une gestion en finesse de l'irrigation. Tester des systèmes de télémétrie couvrant une partie des besoins des utilisateurs pour la mesure du climat et de l'état hydrique des sols. Proposer un nombre de vergers de référence pour constituer un réseau de référence. Développer un modèle pour gérer l'irrigation "entre les mailles" du réseau équipé. Participer au développement d'une plateforme pour réunir l'ensemble des mesures. Proposer des indicateurs « sol » (p.ex. tensiomètres) et des indicateurs « plantes » (p.ex. dendrométrie, Zim-probes,...) simples pour le dosage, la fréquence et la prévision des irrigations. Proposer une méthode (p.ex. objets connectés) pour la pratique de l'irrigation déficitaire régulée.
- 2.2. Télédétection : Proposer un moyen de contrôle à distance de la distribution de l'eau. Evaluer les perspectives de développement pour la télédétection (collaboration Gamaya). Proposer des applications pour évaluer quantitativement un phénomène (phénotypage) et en représenter la distribution spatiale (p.ex. stress hydrique, charge en fruits...).

Contribution concrète au CSR n° 2 (décrire en quelques phrases la contribution concrète et les nouvelles connaissances relatives au CSR, en précisant clairement le lien thématique avec les questions de recherche formulées dans le CSR)

Question 1 : Amélioration de l'efficacité des ressources par l'optimisation de la gestion de l'irrigation avec la digitalisation.

Question 2 : Diminution des produits phytosanitaires par l'utilisation de porte-greffe pour abricotier et poirier induisant une productivité élevée, tolérants aux pathogènes du sol et adaptés aux conditions pédoclimatiques.

Question 3 : Amélioration de la rentabilité par l'évaluation de nouveaux porte-greffes portant sur la vigueur, la productivité et la qualité des fruits.

Question 4 : Améliorer la qualité par le développement de plateformes pour le contrôle des stress abiotiques et des itinéraires techniques influençant le rendement et la qualité.

Contribution à max 3 autres CSR (décrire en quelques phrases la contribution concrète relative aux questions de recherche formulées dans le CSR)

au CSR n° 11 : Télédétection, télécommande, indicateurs intégrés à une plateforme de gestion des ressources

Utilité principale pour l'agriculture biologique (dans le cas d'une contribution, la décrire concrètement en quelques phrases)

Gestion rationnelle des ressources en eau, système et conduite du verger applicable à la production biologique

Matériel et méthodes (description sommaire)	
1. Porte-greffe du poirier et de l'abricotier 2. Les nouveaux porte-greffe font l'objet d'évaluation comparative portant sur la vigueur, la productivité et la qualité des fruits. En fonction des résultats, ils peuvent être intégrés à des expérimentations de systèmes (haute densité, économie d'intrant, tolérance à des facteurs abiotiques comme sécheresse etc.) 3. Systèmes de verger pour le poirier 4. Différents systèmes plus ou moins denses basés sur des porte-greffe de vigueur et tolérance au calcaire et sécheresse sont évalué quant aux symptômes de chlorose, de besoins en eau et de performance. 5. Gestion de l'irrigation 6. Le matériel comprend les mesures en continu de l'humidité du sol et du stress des plantes (dendrométrie). Les indicateurs sont relayés par une plate-forme dédiée aux producteurs-irrigants et guidés dans leur pratique grâce à des outils d'aide à la décision (Agrométéo, Agrisensbox). 7. Télédétection 8. La gestion de l'irrigation comprend un volet contribution au développement du matériel de mesure et transmission des données (automatisation de l'irrigation, comparaison de systèmes) en collaboration avec des entreprises suisses et françaises. L'utilisation de drones pour la détection du stress hydrique a fait l'objet de tests préliminaires et se poursuit dans la mesure d'accord avec des partenaires commerciaux.	

Bibliographie (toutes dernières connaissances / ne citer que quelques publications propres et étrangères scientifiques et axées sur la pratique)	
• Monney P. 2016. Outil d'aide à la décision pour l'irrigation des vergers au goutte-à-goutte. Revue suisse de viticulture arboriculture horticulture. 48, (1), 2016, 75-77. • Chenafi A., Monney P., Arrigoni E., Boudoukha A., Carlen C., 2016. Influence of irrigation strategies on productivity, fruit quality and soil-plant water status of subsurface drip-irrigated apple trees. Fruits 71 (2016) 69-78. • Monney P., Egger S., 2013. Les porte-greffe du poirier. Ed. Agroscope, Conthey. 8 octobre, 2013, 14 pp. • Monney P., Sinoquet H., Sonohat G., Potel A.-M., Lauri P.-E. 2012. Pommiers digitalisés pour mesure l'influence du microclimat lumineux sur la qualité des fruits. Revue suisse de viticulture arboriculture horticulture. 44, (2), 2012, 122-129.	

Teaser et résumé succinct du projet pour la communication/Internet (Teaser: max. 400 caractères; résumé succinct: max. 800 caractères, espaces inclus)	
Le développement de systèmes de vergers performants en lien avec une gestion précise de l'irrigation constitue un enjeu majeur pour une arboriculture compétitive, durable et respectueuse de l'environnement. Agroscope contribue à l'évolution du matériel de mesure et de transmission des données ainsi qu'à la mise en place d'outils destinés à améliorer l'efficacité de l'eau dans les vergers.	
Agroscope teste des porte-greffe pour le poirier et l'abricotier en vue de leur utilisation pour des systèmes de verger à faible consommation en eau. Un progrès vers la maîtrise de l'irrigation est accompli avec le développement de nouveaux dispositifs de mesure et de transmission des données. L'interactivité entre le producteur et le dispositif de mesure doit pouvoir se faire à distance via une plate-forme utilisateur. Celle-ci doit inclure diverses fonctionnalités destinées à régler l'irrigation sur la base d'indicateurs de sol et plante, afin d'améliorer l'efficacité de l'eau. Les données acquises sur le réseau de mesure constituent une source de d'information complémentaire pour le développement de modèles et la mise à disposition de références pour l'ensemble des producteurs.	

Approbation du projet			
Date:	00-00-2017	Visa R GR:	Sigle
Date:	14-09-2017	Visa R DR / R DC:	cach
Date:	14-09-2017	Visa R CSR:	cach



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.02.15.05.01

Kurzbegriff/Projektakronym (max. 20 Zeichen)

Herbologie Ackerbau

Nr. Bereich.

15

Produktionssysteme Pflanzen

Nr. Gruppe

15.5

Herbologie Acker- und Weinbau

Projektleitung/Stellvertretung

Judith Wirth / Frédéric Tschuy

Projektdauer

4 Jahre

Projektstart

2018

Projektende

2021

Projekt

Total Arbeits-tage ohne Drittmittel	1060
Beitrag zu SFF	2
Beitrag zu weitem SFF	5,17

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	1.1, 1.25, 1.34, 1.35, 1.37, 2.11, 4.15, 4.17, 4.22, 13.204, 18.142, 23.87, 23.93, 28.75, 28.91
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☐ ja ☒ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Unkrautmanagement im Ackerbau

Unkrautmanagement im Ackerbau

Weed control in arable farming

Cover crops, allelopathy, alternatives for glyphosate, invasive plants, control strategies, herbicide resistance

Ausgangslage und Problemstellung

Unkrautbekämpfung ist in allen Ackerkulturen notwendig um Ertragseinbussen zu vermeiden. In vielen Fällen werden dazu Herbizide eingesetzt (34% der verkauften Pflanzenschutzmittel in 2014 in CH), was zu Umweltproblemen und Resistenzentwicklungen führt. Insbesondere der Einsatz von Glyphosat ist umstritten und wird gesellschaftlich und politisch diskutiert. Die Reduzierung der Herbizid Aufwandmengen, Alternativen zum Glyphosat Einsatz und die Entwicklung herbizidloser Anbausysteme sind daher wichtige Forschungsziele.

1. Eine Möglichkeit diese Ziele zu erreichen, ist der Anbau unkrautunterdrückender Zwischenfrüchte zwischen zwei Hauptkulturen. Wir charakterisieren verschiedene Zwischenfrüchte im Hinblick auf ihre unkrautunterdrückende Wirkung um sie gezielt in der Fruchtfolge einsetzen zu können. Diese Arbeiten werden sowohl im Feld als auch unter kontrollierten Bedingungen im Labor (mit dem Ziel, neue Allelochemikalien zu identifizieren) durchgeführt. Für die Feldversuche besteht eine enge Zusammenarbeit mit den Projekten 18.02.15.1.01 und 18.16.19.6.04.
2. Die Bekämpfung und Eindämmung von Neophyten zur Erhaltung einer wettbewerbsfähigen Landwirtschaft ist ein wichtiges Anliegen der Praxis. Daher muss eine risikobasierte Bewertung invasiver Neophyten stattfinden, die oft Probleme in Biodiversitätsförderflächen bereiten und sich von dort aus weiterverbreiten. Es können jederzeit neue Problempflanzen in der Landwirtschaft wie z.B. Reynoutria japonica, Bunias orientalis, Abutilon theophrasti und Conyza canadensis auftreten, für die Bekämpfungskonzepte entwickelt werden müssen. Es ist nicht vorhersehbar wann, und in welchem Umfang dies geschieht. Die Abstimmung zwischen Forschung, kantonalen Stellen, Forstwirtschaft und Naturschutz ist sehr wichtig um problematische Neophyten rechtzeitig zu entdecken und um das Verbreitungspotential einzuschätzen. Pueraria lobata wird so erfolgreich im Tessin bekämpft. Um die weitere Verbreitung von Erdmandelgras (Cyperus esculentus) in der Schweiz zu verhindern und um grosse Ertragseinbussen auf befallenen landwirtschaftliche Flächen zu vermeiden muss eine erfolgreiche Bekämpfungsstrategie gegen

dieses gefährliche Unkraut entwickelt werden. Seit 2010 führt Agroscope entsprechende Versuche durch. Im Rahmen des Beratungsprojektes Erdmandelgras (2016 bis 2020) arbeiten Forschung, Beratung, Branchen und betroffenen Landwirten eng zusammen.

3. Um Herbizide sinnvoll und erfolgreich einsetzen zu können ist es wichtig, Informationen zum aktuellen Stand der Herbizid Resistenzen in der Schweiz zu haben. Das Monitoring der Herbizid Resistenzen ist auch eine Voraussetzung für die Entwicklung und Anwendung erfolgreicher Resistenzmanagementstrategien. Wir bieten daher, in Zusammenarbeit mit den kantonalen Pflanzenschutzdiensten, Schweizweit an, Verdachtsfälle auf Herbizid-Resistenz zu untersuchen.

Ziele und Forschungsfragen

Ziele

1. Optimierung des Zwischenfruchtanbaus zur Unkrautunterdrückung und Identifizierung phytotoxischer Substanzen (Allelochemikalien).
2. Risikobasierte Bewertung invasiver Neophyten und Entwicklung einer erfolgreichen Bekämpfungsstrategie gegen invasive Neophyten, insbesondere Erdmandelgras.
3. Kenntnis über den aktuellen Stand der Herbizid Resistenzen in der Schweiz.

Forschungsfragen

- 1.1 Wie können Zwischenfrüchte gezielt zur erfolgreichen Unkrautbekämpfung eingesetzt werden?
- 1.2 Kann der Zwischenfruchtanbau den Glyphosat Einsatz verringern bzw. ersetzen?
- 1.3 Sind allelochemische Effekte für die Unkrautunterdrückung im Feld verantwortlich und können sie nachgewiesen werden?
- 1.4 Können neue, wachstumshemmende Allelochemikalien identifiziert werden?
- 2.1 Wie können potentiell invasive Neophyten auf nationaler oder internationaler Ebene beurteilt werden?
- 2.2 Wie können Listen mit invasiven Neophyten aufgrund von Beurteilungsschemen (Pest Risk Assessment PRA) kompiliert werden?
- 2.2 Wie kann die Ausbreitung invasiver Problempflanzen in der Landwirtschaft erkannt und verhindert werden?
- 2.3 Wie können Bekämpfungsmethoden in Abhängigkeit von der Ausbreitung und dem Schadpotential der Neophyten entwickelt werden?
- 2.4 Mit welchen Massnahmen kann Erdmandelgras erfolgreich in der landwirtschaftlichen Praxis bekämpft werden?
- 3.1 Nehmen die bereits bekannten Herbizidresistenzen in der Schweiz zu?
- 3.2 Treten neue Herbizidresistenzen (neue Unkrautarten und/oder Wirkungsmechanismen) auf?

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 2 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

- Frage Nr. 1:
Kann der Zwischenfruchtanbau dazu beitragen Unkräuter erfolgreich zu regulieren ohne negative Auswirkungen auf Erträge oder Produktqualität?
- Frage Nr. 2:
Kann die Unkrautregulierung durch Zwischenfruchtanbau den Herbizid-Einsatz reduzieren?
- Frage Nr. 3:
Problemunkräuter erhöhen die Produktionskosten und senken die Erträge. Neue Anbausysteme (z.B. späte Mais-Saat nach mehrmaliger Bodenbearbeitung bei C.-esculentus-Besatz) erhalten die bestehende Rentabilität.
- Frage Nr. 5:
Die frühzeitige Kenntnis über invasive Problemunkräuter und die Entwicklung erfolgreicher Bekämpfungsstrategien ermöglicht es, Erträge zu sichern und eine hohe Produktqualität zu garantieren.
Die Kenntnis über vorhandene Herbizid Resistenzen und die Anwendung von Anti-Resistenz-Strategien erlaubt die Entwicklung resilienter Anbausysteme und sichert den Ertrag.
- Frage Nr. 6:
Welchen Einfluss haben Allelochemikalien unkrautunterdrückender Zwischenfrüchte auf das Wachstum von Unkräutern?
Welchen Einfluss haben neue invasive Problempflanzen auf das Wachstum der Nutzpflanzen?

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 5:

- Frage Nr. 1:
Können Zwischenfrüchte identifiziert werden die das Wachstum von Unkräutern mittels Allelochemikalien unterdrücken?

Neue Erkenntnisse zur veränderten Biologie, bzw. zum Resistenzstatus von Unkrautpopulationen ermöglichen es, die Anbausysteme zu optimieren und adäquate Herbizid Applikationen einzusetzen. Unnötiges Ausbringen von Herbiziden kann so vermieden werden.

- Frage Nr. 2:
Kann der Zwischenfruchtanbau dazu beitragen Unkräuter erfolgreich zu regulieren und dabei den Einsatz von Herbiziden (v.a. Glyphosat) zu ersetzen bzw. zu reduzieren?
- Frage Nr. 4:
Wie können unkrautunterdrückende Zwischenfrüchte erfolgreich in eine Rotation integriert werden?
Antiresistenzstrategien (basierend auf dem Kenntnisstand über vorhandene Herbizid Resistenzen) ermöglichen es, situationsbezogene, nachhaltig wirkungsvolle Behandlungsstrategien zu entwickeln.
- Frage Nr. 5:
Bei der Zulassung neuer Herbizide muss der Resistenzstatus der Zielunkräuter gegenüber dem jeweiligen Wirkstoff mit einbezogen werden. Das Monitoring liefert dafür entsp)

zu SFF Nr. 17:

- Frage n°1:
Es können Erkenntnisse über verursachte Schäden durch die Zunahme invasiver Arten in der Pflanzenproduktion bereitgestellt werden

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Das frühzeitige Erkennen neuer Problempflanzen und das Verhindern der Ausbreitung sind v.a. für den Biolandbau wichtig um zeitraubende Bekämpfungsmassnahmen zu vermeiden.

Der Einsatz von Zwischenfrüchten zur Unkrautunterdrückung verringert den Herbizid Einsatz (v.a. Glyphosat) im Ackerbau

Material und Methoden (grob skizziert)

1. Um den unkrautunterdrückenden Effekt der Zwischenfrüchte auf dem Feld zu untersuchen werden Erhebungen in den Versuchen des Projektes 18.02.15.1.01 (B. Jeangros) durchgeführt, wie z.B. Unkraut-Bestimmung, Biomasse-erhebungen, Messung von Wachstumsparametern wie Pflanzenhöhe, Blattfläche u.a. Um zu verstehen, ob Allelochemikalien bei der Unkrautunterdrückung eine wichtige Rolle spielen, werden Topfversuche unter kontrollierten Bedingungen durchgeführt. Dabei werden Wurzelexsudate von Zwischenfrüchten unter verschiedenen Bedingungen extrahiert und analysiert mit dem Ziel neue, bisher unbekannte Allelochemikalien zu finden.
2. Im Beratungsprojekt Erdmandelgras werden unterschiedliche Bekämpfungsmassnahmen auf Praxisbetrieben in verschiedenen Kantonen validiert. Dabei werden auch nicht-chemische Methoden untersucht.
Bei den Arbeiten zu Neophyten handelt es sich vorwiegend um Expertentätigkeit im Rahmen von AGIN (Arbeitsgruppe Invasive Neobiota des BAFU) und EPPO (Panel on invasive alien species der Europäischen Pflanzenschutzorganisation).
3. Um Verdachtsfälle von Herbizid Resistenzen zu bestätigen, werden Standardversuche im Gewächshaus durchgeführt. Dabei werden die Verdachtspopulation mit jeweils einer sensiblen und einer resistenten Population des entsprechenden Unkrauts verglichen, nachdem sie mit unterschiedlichen Herbizid Aufwandmengen behandelt wurden.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- (Wirth, J., Gfeller, A., 2016. Is growing buckwheat allelopathic?, 27. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung. Julius-Kühn-Archiv, Braunschweig, Germany, pp. 431-438.
- Lemessa, F., Wakjira, M., 2015. Cover crops as a means of ecological weed management in agroecosystems. Journal of Crop Science and Biotechnology 18, 133-145.
- Bohren, C., Wirth, J., 2015. Die Verbreitung von Erdmandelgras (Cyperus esulentus L.) betrifft alle. Agrarforschung Schweiz 6, 384-391.
- Tschuy, F., Wirth, J., 2015. Situation actuelle des résistances aux herbicides en Suisse. Recherche Agronomique Suisse 6, 516-523.

**Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)**

Die Reduzierung des Herbizid Einsatzes im Ackerbau ist ein wichtiges Ziel um umweltfreundliche und nachhaltige Anbausysteme zu entwickeln. Durch die Erforschung der Mechanismen der Unkrautunterdrückung durch Zwischenfrüchte, inklusive der Identifizierung neuer allelochemischer Substanzen, leisten wir dazu einen Beitrag. Zusätzlich werden invasive Pflanzen in der Landwirtschaft überwacht und Bekämpfungskonzepte entwickelt.

Durch die Erforschung der Mechanismen der Unkrautunterdrückung durch Zwischenfrüchte leisten wir einen Beitrag zur Entwicklung von Anbausystemen mit reduziertem PSM-Einsatz. Unser Ziel ist, es neue allelochemische Substanzen in Wurzelexsudaten von Zwischenfrüchten zu finden und zu identifizieren und die Frage zu beantworten welche Arten auf dem Feld allelopatische Effekte haben und wie sie in der Praxis genutzt werden können. Ausserdem verfolgen wir die Entwicklung und Ausbreitung von invasiven Neophyten in der Landwirtschaft und entwickeln bei Bedarf Bekämpfung Strategien. Zusätzlich überprüfen wir Verdachtsfälle auf Herbizid Resistenz in der Schweizer Landwirtschaft, als Voraussetzung für die Entwicklung erfolgreicher Anti Resistenz Strategien.

Genehmigung des Projektes

Datum: 30.08.2017	Visum FGL: wiju
Datum: 31.10.2017	Visum FBL / KBL: cach
Datum: 31.10.2017	Visum V SFF: cach



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Agroscope

Programme d'activité

N° de projet

PA 2018-2021

18.02.15.06.02

Désignation abrégée/acronyme du projet (max. 20 caractères)

TECVITI

N° Domaine

15

Systèmes de production Plantes

N° Groupe

15.6

Viticulture

Chef-fe de projet/suppléant-e

Vivian Zufferey / Thibaut Verdenal

Durée du projet

4 ans

Début du projet

2018

Fin du projet

2021

Projet

Total des jours de travail sans fonds tiers	3936
Contribution au CSR	2
Contribution à d'autres CSR	5, 10, 17

Enquête sur les besoins: contribution à la demande n°	29.1, 29.4, 29.5, 29.10, 29.14, 29.20, 29.22, 29.27, 29.28, 29.34, 29.35, 29.36, 29.45, 29.56
Le projet contient des travaux financés par des fonds tiers	☒ oui ☐ non
Le projet contient une contribution à l'agriculture biologique	☒ oui ☐ non

Titre dans la langue originale

Développement de techniques culturelles pour une gestion durable des ressources et une alimentation équilibrée de la vigne: incidences sur le comportement physiologique et la qualité des raisins et des vins

Techniques culturelles, gestion des ressources et qualité

Development of technical practices for sustainable ressources and balanced plant nutrition: impacts on the physiological behaviour and quality of grapes and wines

Grapevine canopy management, ressources efficiency, plant nutrition, vine physiology, grape and wine quality

Situation initiale et problématique

La maîtrise de la production et d'une alimentation équilibrée de la vigne demeurent des facteurs essentiels parmi les perspectives d'amélioration de la qualité des raisins et des vins. L'excès de vigueur de la vigne entraîne souvent un potentiel de production élevé, une augmentation des frais de production et de problèmes phytosanitaires pouvant entraîner une diminution de la qualité. Par ailleurs, la diminution des intrants et la préservation des ressources naturels constituent des enjeux déterminants pour la viticulture qui se doit d'être durable et respectueuse de l'environnement. Diverses pistes peuvent être exploitées pour parvenir à diminuer les intrants, préserver les ressources et assurer une alimentation équilibrée de la vigne. Parmi celles-ci figure le choix de techniques culturelles et de systèmes de production durables et économes en énergie pour une bonne gestion de la production et de la vigueur des souches. Aussi, le choix du matériel végétal (couple cépage-porte-greffe), de la gestion de l'entretien du sol et de la fumure, des pratiques d'irrigation, des systèmes de conduite de la vigne et des techniques culturelles sur la souche sont autant de leviers à disposition du viticulteur dans la conduite du vignoble. La meilleure adéquation possible entre le sol, le climat et le cépage doit être recherchée également pour bénéficier des potentialités du terroir et exprimer la typicité d'un cépage. La nécessité d'approfondir nos connaissances dans la gestion optimale de la vigueur et de l'alimentation minérale et hydrique de la vigne est capitale pour juger de l'intérêt des techniques culturelles proposées. L'évolution climatique (vagues de chaleur, sécheresse périodique, précipitations intenses...) pousse la recherche à être innovante également dans les possibilités d'adaptation techniques au vignoble, les prévisions et la prévention des

accidents physiologiques comme le dessèchement de la rafle, le folletage des grappes ou les phénomènes de blocage de la maturation. Ces troubles physiologiques causent des pertes de récolte et altèrent la qualité des raisins selon les années. La pérennité des souches et la maîtrise des coûts de production découlent aussi du choix des systèmes de production et de techniques culturales appropriées. Développer des systèmes rationnels, adaptés aux différentes situations topographiques du vignoble suisse, à des coûts concurrentiels, demeure un objectif prioritaire. La valorisation des caractéristiques particulières et des potentialités des terroirs viticoles suisses constitue un atout dans le contexte international à moyen et long terme.

Ce projet repose sur une collaboration pluridisciplinaire réunissant les groupes de recherche en œnologie (J. Rösti), en analytique et qualité des vins (F. Lorenzini) et de protection des plantes (groupe mycologie, K. Gindro). La recherche et le développement analytique (précurseurs d'arômes, polyphénols) et sensorielle des vins est déterminante dans cette collaboration.

Objectifs et questions de recherche

- Proposer des recommandations et des techniques culturales permettant de diminuer les intrants et de préserver les ressources (eau, azote) afin de mieux maîtriser la vigueur et le potentiel naturel de production des cépages.
- Développer des techniques de production favorisant une alimentation équilibrée de la vigne et la qualité des vins: cette problématique doit être étudiée en lien avec le choix du porte-greffe, la fumure (particulièrement azotée), l'entretien du sol (gestion de l'enherbement peu concurrentiel pour la vigne), la gestion de l'irrigation et du rapport feuille-fruit.
- Analyser les interactions entre le niveau d'alimentation minérale (surtout azotée) et hydrique et les caractéristiques chimiques et organoleptiques des raisins et des vins comme les précurseurs aromatiques, l'expression aromatique et la typicité des vins pour différents cépages, et proposer des techniques culturales (gestion de l'enherbement, de la fumure) permettant d'améliorer au mieux l'expression gustative et qualitative des vins. La collaboration des groupes d'œnologie et du développement analytique (arômes, polyphénols) lié à la caractérisation sensorielle des vins est indispensable. Une collaboration avec le groupe d'Agrarlandschaft und Biodiversität (Katja Jacot Ammann, Felix Herzog) a été mis en place pour étudier le comportement de vignes à haute diversité (flore diversifiée) en fonction des conditions du terroir.
- Actualiser les recommandations sur la fumure en viticulture (tâche légale, Factsheet Nr 11)
- Etudier la distribution et l'allocation de l'azote (marquage isotopique ^{15}N) dans les différentes parties de la vigne en fonction du régime hydrique de la plante.
- Evaluer les conséquences d'un déficit périodique en eau et l'augmentation des températures sur les accidents physiologiques (blocage de maturation, pertes aromatiques) et la qualité des vins. Emettre des recommandations sur la gestion de l'irrigation et de l'interaction eau-azote dans le vignoble. Etudier l'impact de l'entretien du sol (non culture et enherbement) dans des conditions sèches sur le comportement de la vigne et la qualité et typicité des vins.
- Développer et disposer de techniques de mesures permettant de détecter les stress abiotiques et leurs conséquences sur la physiologie de la vigne. Identifier les facteurs de risques et développer des stratégies d'évitement et de lutte contre les accidents physiologiques tels que le dessèchement de la rafle, le folletage des grappes, les problèmes d'embolie (formation de bulles d'air dans les vaisseaux) et les maladies du bois (esca). Une approche de modélisation climatique et du comportement physiologique de la vigne est envisagée en collaboration avec les spécialistes d'Agroscope Reckenholz (Annelie Holzkämper, groupe de recherche changement climatique et pollution de l'air).
- Etudier la physiologie de la baie en cas de stress hydrique, de carence minérale et de passerillage des baies: mesure de la transpiration des baies et de la respiration nocturne des baies en relation avec le développement de la grappe et la maturation.
- Collaboration à des programmes de recherche internationaux notamment sur l'évolution climatique, le stress hydrique, la gestion de l'eau et de la nutrition minérale, de l'élévation de la teneur en CO_2 de l'air et de la température et ses conséquences sur la vigne.
- Adapter les techniques culturales liées aux modes de conduite de la vigne et développer des systèmes rationnels adaptés aux différentes situations topographiques du vignoble suisse.
- Valoriser les terroirs viticoles suisses en mettant en évidence leurs caractéristiques particulières et leurs potentialités.
- Produire en situation difficile des raisins de qualité à des coûts concurrentiels.
- Développer des collaborations dans le domaine de Smartfarming concernant la validation de capteurs embarqués (IR, NIR, NDVI) et la validation par la plante (comportement physiologique et agronomique) en collaboration avec le groupe de recherche en cultures fruitières en milieu alpin (Danilo Christen, Philippe Monney Fougères-Conthey).

Contribution concrète au CSR n° 2 (décrire en quelques phrases la contribution concrète et les nouvelles connaissances relatives au CSR, en précisant clairement le lien thématique avec les questions de recherche formulées dans le CSR)

Question 1: efficience des ressources (eau et éléments nutritifs)

- Propositions de techniques culturales et choix d'espèces pour une gestion de l'enherbement axée sur une alimentation équilibrée des vignes et peu concurrentielle pour l'eau et l'azote

- Recommandations concernant l'intérêt et les modalités de correction azotée par voie foliaire
- Gestion de l'irrigation selon des indicateurs du stress hydriques validés au champ
- Recommandations de porte-greffes adaptés aux conditions pédoclimatiques et au cépage
- Orientation concernant le choix de porte-greffes et de cépages adaptés pour maîtriser la vigueur, la production, les carences et les accidents physiologiques
- Recommandations de techniques d'effeuillage de la vigne en relation avec les risques phytosanitaires
- Propositions de techniques de concentration à la vigne (passerillage, incision annulaire)
- Gestion du rapport feuille-fruit et développement de systèmes de conduite à faible coûts de production (port libre, taille semi-minimale...) et adaptés aux conditions difficiles de production en Suisse.

Question 2: systèmes d'aide à la décision

- Tester les indicateurs du stress abiotique (sécheresse, réchauffement) comme l'arrêt de croissance, les potentiels hydriques, la composition isotopique du carbone, modèles de bilan hydrique...
- Prévisions des risques (accidents physiologiques) en lien avec l'évolution climatique
- Développement de stratégies d'évitement et de lutte contre les accidents physiologiques (dessèchement de la rafle, folletage, embolie des vaisseaux, maladies du bois...)
- Validation de capteurs embarqués (NDVI, imagerie hyper-spectrale) par la plante (comportement physiologique et agronomique) et possibilité d'utilisation au vignoble

Question 4: production originale et innovante en lien avec le site

- Valorisation et caractérisation des terroirs viticoles (particularités et originalité)
- Tester l'adaptation des cépages aux conditions pédoclimatiques
- Recommandations de l'encépagement en relation avec l'évolution climatique
- Propositions de techniques culturales (entretien du sol, fumure foliaire) adaptées aux facteurs limitants du terroir (eau, azote)

Question 5: connaissances sur les systèmes de production en lien avec l'environnement (climat, sol)

- Etude de la distribution de l'azote dans la plante (marquage ^{15}N) en relation avec le stress hydrique et la fumure foliaire
- Gestion de l'alimentation en eau (irrigation) et effets de la demande climatique sur le comportement physiologique (embolie, évolution de la maturation) et agronomique (composantes du rendement) et la qualité des raisins et des vins (arômes, polyphénols, typicité des vins)
- Etude de la transpiration et de l'assimilation du carbone (bilan C photosynthèse-respiration) du feuillage et des baies en fonction de l'alimentation hydro-azotée de la vigne et du rapport feuille-fruit.

Contribution à max 3 autres CSR (décrire en quelques phrases la contribution concrète relative aux questions de recherche formulées dans le CSR)

au CSR n° 5 : techniques culturales sur le cep, effeuillage, microclimat des grappes, maîtrise vigueur, nutrition azotée et croissance, alimentation hydrique et croissance, diminution des intrants

au CSR n° 10 : nutrition minérale équilibrée, alimentation hydrique et qualité des raisins, composés aromatiques et polyphénols des raisins et vins, typicité, valorisation des terroirs

au CSR n° 17 : Stress hydrique, carences minérales, comportement physiologique, adaptation des cépages, des porte-greffes, techniques culturales, efficacité des ressources, diminution des intrants

Utilité principale pour l'agriculture biologique (dans le cas d'une contribution, la décrire concrètement en quelques phrases)

Techniques culturales pour la gestion de l'entretien du sol, enherbement peu concurrentiel pour la vigne, gestion de la concurrence eau-azote, maîtrise de la vigueur,
Réduction des intrants, préservation des ressources naturels (eau-carbone-minéraux)
Réduction des coûts de production (systèmes de conduite libre, taille minimale)
Valorisation des terroirs (adaptation des cépages classiques et résistants aux maladies fongiques)
Impact de l'évolution climatique sur le comportement de la vigne

Matériel et méthodes (description sommaire)

1. Nutrition minérale de la vigne

Le contrôle de la nutrition minérale de la vigne est basée sur l'analyse du diagnostic foliaire décrite dans Spring et al (2003), l'indice chlorophyllien du feuillage (Spring et al. 2003) ainsi que sur la teneur en azote assimilable des moûts décrite dans (Lorenzini et al. 1996). Des analyses isotopiques d'azote marqué (^{15}N) sont réalisées et publiées dans Verdenal et al. (2015).

2. Alimentation hydrique
L'appréciation de l'état hydrique de la vigne est réalisée par la mesure des potentiels hydriques foliaires selon méthodologie de Scholander et al (1965), la mesure des flux de sève (Cermack et al. 2004), la discrimination isotopique du carbone (Avice et al. 2006) et l'embolie xylémienne (Cochard et al. 2002).
3. Expression végétative
L'expression végétative de la vigne est estimée par la mesure des surfaces foliaires totales et exposées (Carbonneau et al. 1976, 1983) et le poids des bois de taille en hiver (Zufferey et al. 2017).
4. Echanges gazeux du feuillage et réserves carbonnées
La mesure des échanges gazeux (photosynthèse, respiration et transpiration foliaire) est approchée selon la méthodologie publiée dans von Caemmerer et Farquahr (1981). Les réserves carbonnées sont analysées enzymatiquement et décrites dans Zufferey et al. (2012).
5. Composition et analyses chimiques des baies et des vins
Analyses réalisées par spectroscopie NIR (WineScan®, FOSS NIRSystems, USA) pour l'analyse de l'azote assimilable des moûts, les anthocyanes et les polyphénols des vins selon Ribéreau-Gayon et al. (1998).
6. Méthodologie transversale de la vigne au vin
Les expérimentations sont menées de l'étude du comportement physiologique et agronomique de la vigne (différents cépages, divers terroirs) jusqu'à l'analyse de la composition chimique des moûts et des vins et l'analyse sensorielle.

Bibliographie (toutes dernières connaissances / ne citer que quelques publications propres et étrangères scientifiques et axées sur la pratique)

- 2017 – Zufferey V.; Spring J.-L.; Verdenal T.; Lorenzini F.; Dienes-Nagy A.; Belcher S.; Koestel C.; Rösti J.; Spangenberg J.; Viret O. Impacts of water stress on the grapevine physiology and the quality of “Pinot noir” wines in Switzerland. *OENO One* 51, 1, 17-27.
- 2017 – Dayer S., Perez Pena J., Gindro K., Terregrosa L., Voinesco, F., L. Martinez, Prieto J., Zufferey V. Change in stomatal conductance, petiole hydraulics and vessels morphology in grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. Chasselas) submitted to different light and irrigation regimes. *Functional Plant Biology* 44 (7), 679-693.
- 2016 – Verdenal T., Spangenberg J. ; Zufferey V.; Lorenzini F.; Dienes-Nagy A.; Gindro K.; Spring J.-L.; Viret O. The leaf-fruit ratio affects foliar-applied nitrogen efficiency on the accumulation of yeast assimilable nitrogen in the must. *J. Int. Sci. Vigne Vin* 50 (1), 23-33.
- 2016 – Pagay V., Zufferey V., Lakso A. The influence of water stress on grapevine (*Vitis vinifera* L.) shoots in a cool, humid climate: growth, gas exchange and hydraulics. *Functional Plant Biology* 43 (9), 827-837
- 2015 – Zufferey V.; Spring J.-L. ; Voinesco F.; Viret O.; Gindro K. Physiological and histological approaches to study berry shrivel in grapes. *J. Int. Sci. Vigne Vin* 49, 113-125.

**Teaser et résumé succinct du projet pour la communication/Internet
(Teaser: max. 400 caractères; résumé succinct: max. 800 caractères, espaces inclus)**

La diminution des intrants et la préservation des ressources naturelles constituent des enjeux majeurs pour une viticulture durable, respectueuse de l'environnement et économiquement viable. Agroscope développe des techniques culturales et des systèmes d'exploitation qui assurent la meilleure adéquation possible entre le sol, le climat et le cépage afin d'exprimer au mieux les potentialités des terroirs viticoles suisses.

Agroscope propose et développe différentes techniques culturales au vignoble afin de diminuer les intrants et de préserver les ressources naturelles tout en assurant une alimentation équilibrée de la vigne et des vins de haute qualité. Le choix du matériel végétal (cépage et porte-greffe), la gestion de l'entretien des sols et de la fumure, les pratiques d'irrigation, les systèmes de conduite et les soins au cep constituent autant de leviers à disposition du viticulteur dans la conduite du vignoble. La recherche de la meilleure adéquation possible entre le sol, le climat et le cépage est importante pour exprimer les potentialités des terroirs viticoles suisses. L'impact de l'évolution climatique sur l'adaptation des cépages, la typicité et la qualité des vins représente un enjeu majeur de la recherche viticole à Agroscope.

Approbation du projet

Date:	30-08-2017	Visa R GR:	spje
Date:	14-09-2017	Visa R DR / R DC:	cach
Date:	14-09-2017	Visa R CSR:	cach



SFF 3

Leistungs- und marktfähige Pflanzensorten züchten und anbieten

AutorInnen	Bernard Jeangros, Arnold Schori, Olivier Viret, Robert Baur, Christoph Carlen, Lukas Bertschinger, Willy Kessler
Begleitende WissenschaftlerInnen	Andrea Patocchi, Dario Fossati
Verantwortliche/r BereichsleiterIn	Michael Winzeler
Research Peer	Andrea Patocchi

Zusammenfassung

Die fortschreitenden Änderungen der natürlichen und strukturellen Rahmenbedingungen (Klimawandel, Agrarpolitik, Marktanforderungen...) sind grosse Herausforderungen für die landwirtschaftliche Produktion und speziell für den Pflanzenbau dar. Mit Blick auf die Notwendigkeit, die Produktion bei knapper werdenden Ressourcen zu halten oder zu erhöhen, ist die Verfügbarkeit von qualitativ hochwertigem Saat- und Pflanzgut mit geeignetem genetischem Potenzial eine Voraussetzung für eine erfolgreiche pflanzliche Produktion und hat einen entscheidenden Einfluss auf die Ressourceneffizienz und die Umweltwirkung der Produktion, den Ertrag und die Qualität der Ernteprodukte.

Grundlage für eine nachhaltige Produktion und resiliente Anbausysteme sind an die schweizerischen Verhältnisse angepasste Pflanzen und Sorten, die den sich ändernden natürlichen Bedingungen angepasst und gegenüber Krankheitserregern und Schädlingen resistent sind sowie die Anforderungen der Branchen und Märkte erfüllen. Ziel der Pflanzenzucht, der Sortenprüfung und der Zertifizierung ist, der Landwirtschaft eine Vielfalt an geeigneten, an die Bedürfnisse der Schweiz angepassten Sorten für eine ressourceneffiziente und wettbewerbsfähige Produktion anzubieten. Schweizer Lebensmittel können dadurch ressourcen- und umweltschonend produziert und mit ihrer Qualität und Sicherheit den Ansprüchen der Konsumentinnen und Konsumenten gerecht werden.

Ausgangslage und Hintergrund

Une production végétale efficiente est un élément-clé d'un système agricole et alimentaire durable et résilient. Des semences et des plants de haute qualité avec un potentiel génétique adapté constituent la clé de voûte de toute production végétale performante, dans le sens de l'intensification écologique.

Dans le contexte de la sécurité alimentaire, il est indispensable de disposer de plantes capables de produire de bonnes récoltes avec un minimum d'intrants. Elles contribuent ainsi à limiter les coûts de production. Les consommateurs/-trices sont de plus en plus exigeants. Des produits originaux répondant aux attentes des consommateurs/-trices contribuent également à l'amélioration de la compétitivité de l'agriculture suisse. L'utilisation des produits de traitement des plantes (PTP) pour protéger les cultures est de plus en plus remise en cause. En permettant de limiter l'usage des PTP, des variétés et des clones résistants ou tolérants aux maladies et aux ravageurs diminuent les coûts de production. Pour réduire les risques systémiques et promouvoir l'adaptabilité des systèmes de production, de nouveaux critères, comme l'adaptation au changement climatique, doivent être pris en compte dans la sélection et l'évaluation des variétés.

L'agriculture et les filières de transformations suisses doivent disposer à l'avenir de plantes cultivées adaptées aux conditions suisses, efficaces dans l'utilisation des ressources naturelles, adaptées aux stress abiotiques et résistantes ou tolérantes aux pathogènes et aux ravageurs. Les récoltes fournies par ces cultures doivent être de haute qualité et répondre aux exigences des filières et des marchés, qu'elles soient destinées à l'alimentation humaine ou animale. Pour y parvenir, une sélection efficace, une évaluation objective des variétés disponibles ainsi qu'un soutien efficace à la production de semences sont nécessaires.

La Suisse a des responsabilités dans le domaine de la conservation des ressources génétiques, responsabilités définies dans divers traités internationaux et ordonnances (tâche légale). L'ordonnance sur les semences et les plants définit les obligations de la Confédération dans le processus de certification des semences et des plants, tâche légale essentielle pour la filière de multiplication des semences et des plants.

Nationales und internationales Forschungsumfeld

La sélection et l'étude variétale doivent relever de nombreux défis dictés par les nombreux acteurs des filières, du producteur au consommateur, qui souhaitent bénéficier du progrès génétique et qui demandent des variétés à la

fois robustes et performantes, résistantes aux ravageurs et aux maladies, résilientes face au changement climatique, ... En effet, l'utilisation de variétés performantes est essentielle au succès de la production agricole (Gallais, 2011; Singh *et al.*, 2013). Dans l'histoire de l'agriculture, aucune innovation technologique n'a ainsi été aussi rapidement adoptée que les variétés modernes de blé (Shiferaw *et al.*, 2013). Le matériel végétal, les semences en particulier, ont conduit le secteur privé à investir des moyens importants dans la recherche et la sélection (Bonny, 2014). En parallèle, certains acteurs pratiquent une sélection spécifique bio, voire une sélection participative dans laquelle des agriculteurs sont directement impliqués.

Contexte national

Selon une analyse récente (OFAG, 2015), il y a en Suisse dix organisations qui sélectionnent activement une cinquantaine d'espèces. Les programmes de sélection d'Agroscope et la commercialisation des obtentions sont assurés par partenariats privés-publics (PPP). Le pre-breeding, la recherche, le soutien à la sélection (phytopathologie, analytique, sélection assistée par marqueurs moléculaires SAM, ...) et les premières années de sélection sont essentiellement du ressort de la recherche publique, la sélection conservatrice et le développement commercial étant confiés au secteur privé: DSP SA. (Delley Semences et Plantes) pour les grandes cultures et les plantes fourragères ainsi que Varicom et Vitiplant pour les cultures spéciales.

Pour être efficace, la sélection doit intégrer toutes les avancées de la recherche, qu'elles soient technologiques ou issues de la génomique, de l'agronomie, de la physiologie végétale, de la phytopathologie, de la bio-informatique, de l'analytique, ... Ainsi, les collaborations entre Agroscope et divers groupes de recherche de l'Ecole polytechnique fédérale de Zürich (EPFZ), des Universités, de l'Institut de recherche en agriculture biologique (FiBL) et des Hautes écoles (HAFL, ZHAW; ...) sont essentielles. Il est souhaitable que la nouvelle chaire en amélioration des plantes à l'EPFZ soit un point de cristallisation important pour la Suisse.

La banque de gènes nationale d'Agroscope et les échanges nationaux et internationaux de matériel fournissent les ressources génétiques nécessaires aux différents programmes de sélection. La banque de gènes à Changins héberge un très grand nombre d'accessions de grandes cultures et de légumes et facilite l'accès aux autres banques de gènes réparties sur la planète. L'accès aux ressources génétiques est toutefois de plus en plus complexe, en raison des différents traités sur les ressources génétiques (convention pour la protection de la biodiversité, protocole de Nagoya, ITPGRFA, accords UPOV) et du protectionnisme juridique de certains pays ou de certaines firmes de sélection. C'est pourquoi, il est important de maintenir des banques de gènes, des programmes de pre-breeding et une sélection publique.

La valeur agronomique et technologique (VAT) des nouvelles variétés de grandes cultures et de plantes fourragères joue un rôle moteur pour les programmes de sélection, en ce sens que les critères retenus dans l'étude variétale orientent les objectifs de la sélection. Une évaluation objective de ces cultivars pour leur inscription sur le catalogue national (tâche légale) ou sur les listes des variétés recommandées par les interprofessions est essentielle. L'évaluation des performances des nouvelles variétés ou clones de vigne, d'arbres fruitiers ou de plantes médicinales est également importante avant leur diffusion dans la pratique via la filière de certification (tâche légale).

A travers une collaboration efficace entre les acteurs du secteur public et du secteur privé, un système efficient garantit à l'agriculture suisse un approvisionnement sûr en semences et en plants. Ce système fournit une contribution essentielle à la sécurité de l'approvisionnement (OFAG, 2008). Agroscope est un acteur important du processus de certification des semences et des plants, tâche légale qui garantit que ces semences et ces plants correspondent aux variétés déclarées (authenticité variétale), remplissent les exigences en termes de qualité et peuvent faire l'objet d'un traçage depuis leur origine.

Contexte international

Diverses initiatives ont été prises au niveau international pour relancer ou coordonner les efforts de la sélection et pour définir les priorités (p.ex. European Technology Plattform (ETP) «Plants for the future», «Wheat Initiative», «FruitBreedomics»). L'Association Européenne pour l'Amélioration des Plantes (EUCARPIA) joue un rôle important pour encourager et développer la coopération scientifique et technique, principalement par l'organisation et le sponsoring de symposiums.

Die Methoden, welche für die Pflanzenzüchtung genutzt werden, entwickeln sich rasant. Das erlaubt eine noch präzisere und schnellere Selektion erwünschter Genotypen und eine noch präzisere Kreation von erwünschten Genotypen. Das führt auch zur Auflösung der Grenzen zwischen Züchtungsmethoden auf der Grundlage von «natürlichen» und «gentechnischen» Methoden.

Dans le secteur des semences, on assiste au niveau international à de nombreuses fusions d'entreprises et à une concentration des activités de sélection, mais ce secteur reste très hétérogène, avec encore beaucoup de petites et moyennes entreprises. Les entreprises privées financent souvent des projets de recherche au sein d'institutions publiques, avec parfois le risque d'une perte d'indépendance et de privatisation des résultats de la recherche. Les maisons de sélection de taille moyenne résistent en s'associant entre elles et se spécialisent parfois sur des espèces mineures. La sélection publique se positionne en complément de la sélection privée, par le choix d'espèces ou

d'objectifs de sélection spécifiques dictés par les conditions locales et/ou un moindre attrait économique. Pour certaines espèces, principalement celles destinées aux pays en développement, une sélection importante est menée au sein des centres internationaux de recherches agronomiques (CGIAR, p.ex. CIMMYT-ICARDA).

Perspectives

De grands progrès ont été réalisés et sont encore attendus dans le domaine de la génomique. Le marquage moléculaire est plus précis, davantage de marqueurs d'intérêts sont accessibles, des puces à ADN (DNA Chips) sont développées pour la plupart des espèces. Les gènes d'intérêts issus des espèces proches par des croisements interspécifiques sont plus rapidement insérés dans des variétés modernes. Mieux caractérisées, les ressources génétiques sont davantage utilisées par les sélectionneurs.

Les progrès dans les technologies de génotypage et de séquençage, le développement de la bio-informatique et des méthodes statistiques permettent d'envisager des approches très innovantes qui vont au-delà de l'utilisation de quelques marqueurs (sélection génomique). Les plantes issues de nouvelles techniques impliquant la transgénése sont de moins en moins différenciables de plantes issues de la sélection classique (les nouvelles méthodes d'édition du génome permettent des modifications beaucoup plus ciblées de l'ADN ou de l'expression des gènes). Il n'est pas encore clair si ces plantes seront toujours considérées comme des OGM ou pas.

Le succès de beaucoup d'approches génomiques est lié à la précision du phénotypage, un autre domaine dans lequel des progrès importants sont en vue. L'apparition de nouveaux outils, plus rapides, plus précis, plus performants, qui utilisent tout le spectre électromagnétique promettent de révolutionner l'efficacité de la description des variétés, des géniteurs et des individus en cours de sélection. Aussi bien pour la génomique que la phénologie, des capacités et des compétences importantes en bio-informatiques sont nécessaires et demanderont des investissements supplémentaires.

La voie de la production d'hybrides F1, assurant un meilleur contrôle des semences et exploitant les effets d'hétérosis, a regagné de l'intérêt pour quelques espèces autogames.

Enfin, de nouveaux outils pour le suivi des cultures, l'analyse des données climatiques et la compréhension des interactions Génotype x Environnement devraient conduire à des recommandations plus précises dans le choix des variétés et de mieux valoriser ainsi leur potentiel génétique («the right variety at the right place»).

Les 3 questions importantes qui se posent dans le cadre de ce domaine stratégique de recherche sont :

1. Comment créer et développer de nouvelles variétés de plantes cultivées plus performantes, adaptées aux stress biotiques et abiotiques, de haute qualité et qui répondent bien aux besoins de l'intensification écologique et des marchés ainsi qu'aux défis du changement climatique?
2. Comment intégrer au mieux les nouveaux outils et les données issues de la génomique et de la phénologie pour améliorer l'efficacité de la sélection et du choix variétal?
3. Comment déployer et valoriser efficacement le progrès génétique au sein des filières agro-alimentaires au profit de la sécurité alimentaire?

Références

- Bonny, 2014. Taking stock of the genetically modified seed sector worldwide: market, stakeholders, and prices. *Food Security* 6 (4), 525–540
- Gallais, 2011. Méthodes de création de variétés en amélioration des plantes. Paris: Quae.
- OFAG, 2008. Variétés, semences et plants en Suisse. OFCL, Diffusion publications, CH-3003 Berne, 120 p.
- OFAG, 2015. Strategie Pflanzenzüchtung 2050, 43 p.
- Shiferaw *et al.*, 2013. Crops that feed the world 10. Past success and future challenges to the role played by wheat in global food security. *Food Security* 5, 291–317.
- Singh *et al.*, 2013. Impacts of changing climate and climate variability on seed production and seed industry. *Advances in Agronomy* 118, 49–110.

Stellung und Positionierung von Agroscope im Forschungsfeld

Agroscope dispose de compétences reconnues dans les domaines suivants:

1. Création de nouvelles variétés et sélection de nouveaux clones (programmes de sélection pour blé, soja, plantes fourragères, pommier, abricotier, vigne et plantes médicinales),
2. Evaluation de variétés et de clones dans les conditions suisses, en agriculture conventionnelle et partiellement aussi en conditions bio,
3. Certification des semences, des plants et des clones,
4. Entretien et développement d'une banque de gènes, de collections de référence nationale pour différentes cultures et de conservatoires ex-situ et in-situ (viticulture Pully) pour assurer le maintien de la diversité génétique des plantes cultivées.
5. Evaluation du potentiel de nouvelles espèces peu ou pas encore cultivées en Suisse,
6. Evaluation, développement et mise en oeuvre de nouvelles méthodes de sélection,

7. Entretien et mise à disposition d'un site protégé unique pour l'évaluation au champ de plantes génétiquement modifiées.

Les activités 2, 3 et 4 sont en bonne partie des tâches légales confiées par l'Office fédéral de l'Agriculture à Agroscope et définies par plusieurs ordonnances.

Le succès de la création variétale réalisée par Agroscope est attesté par la place importante occupée par ses variétés dans l'assortiment variétal en Suisse et à l'étranger. Ce succès s'explique par :

- une concentration des efforts de sélection sur une vingtaine d'espèces végétales,
- la création d'un matériel génétique original, performant et large, prenant en compte les contraintes et les exigences spécifiques et diversifiées des filières de production,
- un financement sur le long terme permettant le développement de compétences et la valorisation des acquis de la recherche dans la sélection appliquée,
- des partenariats public-privé avec des organismes qui organisent la multiplication et la commercialisation des variétés Agroscope (DSP, Varicom GmbH, mediSeeds GmbH, Vitiplant).

Pour identifier parmi les nouvelles variétés, celles qui sont le mieux adaptées aux contraintes du milieu et correspondant aux attentes des filières agricoles (étude variétale pour le catalogue national et les listes recommandées), Agroscope dispose de réseaux d'essais optimisés prenant en compte la diversité des conditions de production en Suisse ainsi que d'équipes qualifiées et d'infrastructures performantes qui permettent une évaluation objective et neutre des variétés. Pour l'établissement des listes de variétés recommandées, Agroscope travaille en étroite collaboration avec les interprofessions.

Pour la certification, Agroscope s'appuie sur des laboratoires d'analyses performants qui utilisent des méthodes modernes, développées en étroite collaboration avec les équipes de recherche.

De façon générale, les nombreuses synergies entre les différents domaines d'activité (création variétale, étude variétale, certification des semences, des plants et des clones, préservation des ressources génétiques, phytopathologie) sont un atout important pour Agroscope.

Wissenschaftliche Ziele und Forschungsfragen

L'objectif général de ce domaine stratégique de recherche est de fournir à l'agriculture suisse des variétés et des clones de plantes cultivées saines, adaptées aux conditions suisses, efficaces dans l'utilisation des ressources naturelles, adaptées aux stress abiotiques et résistantes ou tolérantes aux pathogènes et aux ravageurs. Ces plantes doivent fournir des récoltes de haute qualité qui répondent aux exigences des filières et des marchés, qu'elles soient destinées à l'alimentation humaine ou animale.

Pour y parvenir, il s'agit de:

1. Développer de nouvelles variétés de plantes cultivées et de cépages de vigne (création variétale) capables de faire face aux bio-agresseurs, d'économiser des ressources, de limiter l'utilisation des intrants et de fournir des récoltes répondant aux exigences des marchés
2. Caractériser scientifiquement de nouvelles variétés de plantes cultivées et des clones de vigne (étude variétale) afin de valoriser rapidement le progrès génétique et de soutenir l'intensification écologique ainsi que la résilience des systèmes de production
3. Mettre à disposition de la filière de semences et de matériel de multiplication végétative sains et certifiés (certification) afin de soutenir l'intensification écologique
4. Répondre aux demandes de conservation et de caractérisation des ressources génétiques
5. Identifier des nouvelles plantes peu ou pas encore cultivées en Suisse qui offrent des perspectives intéressantes en terme de diversification des cultures et d'alimentation?
6. Évaluer les chances et les risques liés aux nouvelles méthodes de sélection (transgénèse et cisgénèse, RNAi, Genome Editing, system CRISPR/Cas, ...), sélection génomique, «speed-breeding», phénotypage haut débit, ...)
7. Évaluer en plein champ des plantes génétiquement modifiées

Praktischer Nutzen der Aktivitäten im Forschungsfeld und wichtigste Outcomes

- Les agriculteurs suisses cultivent des variétés et des clones adaptés aux conditions suisses. Ces cultures obtiennent de bons rendements avec peu d'intrants et fournissent des récoltes dont la qualité répond aux exigences des marchés. Ainsi, l'agriculture suisse et ses partenaires des chaînes de transformation sont compétitifs sur les marchés.
- Les variétés et les clones de plantes cultivées en Suisse permettent de concilier production agricole et préservation des ressources naturelles. Les denrées alimentaires suisses sont ainsi produites dans un souci d'économie des ressources et dans le respect de l'environnement et sont appréciées des consommateurs pour leur qualité.
- Les semences et les plants multipliés en Suisse sont certifiés, c'est-à-dire que l'état sanitaire, l'authenticité variétale, la pureté et le pouvoir germinatif de ce matériel végétal sont garantis au bénéfice des filières de multiplication et des agriculteurs.

- Les ressources génétiques sont conservées, décrites et peuvent être mises à disposition des organisations/personnes intéressées.
- L'aptitude à la culture en Suisse d'espèces peu ou pas encore cultivées peut être évaluée.
- Un site protégé est disponible pour évaluer au champ les atouts et les faiblesses de plantes génétiquement modifiées.

Was ist neu im Forschungsfeld?

La mise à disposition de plantes cultivées performantes se base sur des travaux de recherche et de développement répétitifs et sur le long terme. De nombreux projets prévus dans le cadre de ce champ d'activité ne seront donc pas nouveaux et leur réussite reposera en bonne partie sur les acquis de projets antérieurs.

Néanmoins, le projet de l'OFAG «Stratégie amélioration des plantes 2050» influencera de nombreuses activités d'Agroscope dans le domaine de la création et de l'étude variétales. La collaboration avec l'EPFZ (nouvelle chaire en amélioration des plantes) sera renforcée et la répartition des tâches entre Agroscope et le nouveau «Plant breeding center» devra être précisée.

Im Forschungsfeld werden die konzeptionellen Grundlagen geschaffen und gepflegt, welche eine Positionierung neuer Züchtungstechnologien und deren Nutzung für Agroscope erleichtert. Ces nouvelles technologies permettront d'améliorer l'efficacité de la création et de l'étude variétales et conduiront à des recommandations variétales plus précises grâce à une meilleure compréhension des interactions génotype x environnement. La sélection intégrera davantage des aspects nutritionnels et gustatifs et la résilience des variétés pourra être améliorée grâce à l'utilisation de nouveaux traits de sélection. Parmi les nouveaux projets en sélection, on peut citer: la création de nouvelles obtentions de blé et de triticales résistantes à la germination sur pied (sélection assistée par marquage moléculaire), la sélection de variétés de soja adaptées aux conditions bio (compétitivité envers les adventices) et l'amélioration par sélection du rendement en grains et de la résistance à la sécheresse estivale des ray-grass.

Die Erforschung von Chancen und Risiken gentechnisch veränderter Nutzpflanzen auf der Protected Site am Standort Reckenholz wird gegenwärtig anhand cisgener Pflanzen (Kartoffel, Apfelbäume) untersucht, welche eine verbesserte Krankheitsresistenz aufweisen. Neu sollen in Zusammenarbeit mit der IPK Gatersleben gentechnisch veränderte Winterweizen geprüft werden, welche durch eine Veränderung der Ertragsphysiologie ein höheres Ertragspotential haben. Es wird untersucht, ob mit diesen Pflanzen die Ressourceneffizienz gesteigert werden kann.

Dans le domaine de la certification des semences et des plants, de nouvelles techniques d'évaluation du matériel végétal (par exemple PCR pour la détection des pathogènes) seront testées et si possible adaptées pour une utilisation à large échelle. De nouvelles méthodes de protection des semences et des plants, ne nécessitant pas l'utilisation de produits chimiques, seront évaluées.

Les collaborations avec les partenaires de recherche en Suisse et au niveau international (par exemple via la participation à l'International Wheat Initiative) et les filières de production devront être renforcées.

Positionierung des SFF im Dreieck «Markt für Primärprodukte», «Betrieb» und «Ressourcen für die Produktion»

Par la création de nouvelles variétés et de clones performants (sélection), l'évaluation objective de la valeur des variétés et des clones disponibles (étude variétale) et la certification de la qualité des semences et des plants, ce SFF sert directement les exploitations agricoles car il permet aux agriculteurs de bénéficier pleinement du progrès génétique et d'améliorer leur production. Par la mise à disposition de variétés et de clones robustes, capables de produire des récoltes avec peu d'intrants, il contribue à la préservation des ressources naturelles. Par l'entretien d'une banque de gènes, de collections de référence et de conservatoires, il permet aussi de préserver ce patrimoine génétique et culturel. Enfin, par la mise à disposition de plantes produisant des récoltes de qualité qui répondent aux exigences des consommateurs et aux besoins des marchés, ce SFF apporte aussi une contribution importante au marché des produits primaires. Au final, ce SFF occupe une position assez centrale dans le triangle «Marché pour les produits primaires», «Exploitation agricole» et «Ressources pour la production».

Inhaltliche Schnittstellen zu den weiteren Forschungsfeldern

Ce SFF est lié à de nombreux autres SFF:

- **SFF 17** «Die Landwirtschaft für den Klimawandel fit machen und ihren Beitrag zum Klimawandel vermindern»: l'adaptation au changement climatique, en particulier à la sécheresse et aux variations de température, est un critère de sélection important pour certaines espèces,
- **SFF 1** «Multifunktionale Graslandnutzung und Viehhaltung optimieren und aufeinander abstimmen»: des variétés de graminées et de légumineuses fourragères performantes sont une composante essentielle des systèmes herbagers performants,

- **SFF 2** «Ressourceneffiziente Anbaumethoden und -systeme für den Ackerbau und die Spezialkulturen entwickeln»: il existe des interactions entre variété et système de culture qui doivent être prises en compte,
- **SFF 5** «Nachhaltigen, risikoarmen Pflanzenschutz entwickeln»: la sélection et l'utilisation de variétés tolérantes ou résistantes aux maladies et aux ravageurs est un élément important dans le concept de protection intégrée de cultures,
- **SFF 7** «Tiergenetik und Tierzucht für eine standortangepasste Nutztierhaltung einsetzen»: outils et méthodes de sélection (par ex. sélection génomique),
- **SFF 4** «Die Proteinversorgung von Mensch und Tier optimieren»: la sélection et l'utilisation de variétés de légumineuses performantes (protéagineux, trèfles, ..) contribuent à un approvisionnement en protéines plus durable,
- **SFF 8** «Die mikrobielle Biodiversität für die Land- und Ernährungswirtschaft nutzbar machen»: Expertise und Zusammenarbeit im Bereich «Angewandte Genomik und Bioinformatik» (ANET-GB),
- **SFF 9** «Für sichere Lebensmittel mikrobielle Risiken und Antibiotikaresistenz senken»: des plantes tolérantes résistantes aux maladies et aux ravageurs contribuent à une alimentation saine,
- **SFF 10** «Qualität und Produktinnovation von Lebensmitteln fördern»: la variété est un facteur essentiel qui détermine en grande partie les caractéristiques qualitatives des denrées alimentaires d'origine végétale.

Bestehende und neu geplante Zusammenarbeiten mit anderen Forschungsinstitutionen

Les activités de ce SFF se déroulent en collaboration avec de nombreuses institutions de recherche en Suisse et à l'étranger. Les principales sont les suivantes:

En Suisse:

- ETH (groupe Achim Walter et nouvelle chaire de sélection végétale)
- Swiss Plant Breeding Center (im Aufbau im Rahmen der Nationalen Strategie Nutzpflanzenzüchtung)
- Universität de Zürich (groupe Beat Keller)
- FiBL (Monika Messmer, H. Dierauer)
- Hochschulen (HAFL, Beat Reidy, Braidia Gregis; ZHAW, ...)
- HES-SO Sion: analyses chimiques des précurseurs aromatiques –thiols de la Petite Arvine pour la sélection clonale

A l'étranger:

- INRA, CIMMYT, ICARDA (blé, ressources génétiques)
- LAAS, Liaoning, Chine (soja et blé)
- Nombreuses universités et obtenteurs publics et privés, Europe et monde (blé, soja, plantes fourragères)
- Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft Freising (LfL) (D) (plantes fourragères)
- Aberystwyth University UK (plantes fourragères)
- ILVO – Institute for agricultural and fisheries research (B) (plantes fourragères)
- Wageningen UR (pommier et pomme de terre)
- INRA Angers, PFR (Nouvelle Zélande), Research Centre for Agriculture and Forestry Laimburg (Südtirol), Fondazione Edmund Mach San Michele all'Adige (Südtirol, Trentino, Italy), JKI Dresden (Allemagne), IRTA, Uni Bologna (Italy) (pommier)
- INRA Colmar (vigne)
- INRA Avignon (abricotier)
- IFO, Angers F, (R&D sélection poire)
- JKI, Quedlinburg (plantes médicinales et aromatique)
- Iteipmai, Angers (plantes médicinales et aromatiques)
- EPSO: working group technologies



Projekte des SFF 3:
Leistungs- und marktfähige Pflanzensorten züchten und anbieten

Projets du CSR 3:
Sélection et mise à disposition de plantes performantes et adaptées aux besoins du marché

18.03.12.01.01	Hochwertiges, inländisches Saatgut für den Acker- und Futterbau
18.03.12.01.02	Hochwertiges Saatgut für den Handel aller Arten von Nutz- und Wildpflanzen
18.03.12.02.03	Evaluation des variétés de grande culture par des outils numériques
18.03.12.02.04	Amélioration de la qualité des plants de pomme de terre
18.03.12.02.05	Recherche variétale et techniques de production des céréales à paille
18.03.12.02.06	Sorten und Anbautechnik bei Mais und maisähnlichen Pflanzen
18.03.12.06.04	Sortenprüfung Kern- und Steinobst
18.03.14.01.01	Amélioration du blé et du soja, qualité et résistances, ressources génétiques
18.03.14.02.01	Apfelzüchtung und Genressourcen Obst
18.03.14.03.01	Züchtung von Futtergräsern und Kleearten für einen nachhaltigen Kunstfutterbau, speziell auch für den Biolandbau
18.03.14.04.01	Grundlagen und molekulare Methoden für die Pflanzenzüchtung
18.03.15.03.03	Sélection des plantes médicinales et aromatiques (PMA) en Suisse
18.03.15.04.01	Création de variétés d'abricots et de poires
18.03.15.06.01	Sélection et création variétale pour une viticulture durable
18.03.16.04.01	Assainissement, identification variétale, conservation in vitro et multiplication de ressources phytogénétiques saines à haute valeur ajoutée
18.03.16.06.03	Anerkennung/Zertifizierung von Obstgehölz und Reben mit der Produktion und Bereitstellung von Vorstufen-Edelreisern im Nuklearstock



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.03.12.01.01

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Saatgutertifizierung

Nr. Bereich.

12 Pflanzen und pflanzliche Produkte

Nr. Gruppe

12.1 Saatgutqualität

Projektleitung/Stellvertretung

Thomas Hebeisen / Annette Büttner-Mainik

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeits-tage ohne Drittmittel	4660
Beitrag zu SFF	3
Beitrag zu weitem SFF	9

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	Factsheet Nr. 2; 15; 3.21
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☐ ja ☒ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Zertifizierung und Qualitätsuntersuchungen von inländischem Saatgut

Hochwertiges, inländisches Saatgut für den Acker- und Futterbau

High seed quality of domestic arable and forage crops

seed production, field inspection, seed certification, seed testing, quality assurance management

Ausgangslage und Problemstellung

Gesundes und sortenreines Saatgut steht als Produktionsmittel am Anfang der pflanzlichen Produktion. Erzielte Züchtungsfortschritte im In- und Ausland werden via Saatgut der neuen Sorten in die Praxis überführt. Die jährlichen Saatgutverkäufe aus inländischer Produktion belaufen sich auf gut 25'000 Tonnen. Die inländischen Saaterneuerungsraten sind im europäischen Vergleich sehr hoch. Für die Beschaffung von Saatgut geben die Landwirte/Innen mehr aus als für Düngemittel und Pflanzenschutz. Ungenügende Saatqualität bewirkt hohe Ertragsausfälle. Die Qualität muss aus Sicht des Verkäufers vor dem Verkauf sichergestellt sein, so dass möglichst wenige Reklamationen durch die Käuferschaft resultieren.

Zertifiziertes Saatgut ermöglicht eine Rückverfolgbarkeit entlang der pflanzlichen Wertschöpfungskette. Dies ist eine Voraussetzung in den Labelprogrammen, die zur Lebensmittelsicherheit beitragen. Die Verfügbarkeit von zertifiziertem Saatgut in geeigneter Menge und Qualität ist aus der Sicht der Versorgungssicherheit für die Ernährungssouveränität elementar. Mit der Umsetzung der saatgutrechtlichen Verordnung (Saat- und Pflanzgutverordnung des WBF) stellt das BLW sicher, dass der Schweizer Landwirtschaft qualitativ einwandfreies Saatgut zur Verfügung steht. Das BLW beauftragt die Anerkennungsstelle (AKST) von Agroscope mit dem saatgutrechtlichen Vollzug im Bereich Saatgut (Standort Reckenholz).

Saatgutrechtliche Vorschriften werden im Rahmen der Plattform „Dienst für Saat- und Pflanzgut“ umgesetzt und gemeinsam mit dem BLW weiterentwickelt. In der Zertifizierung werden produktionsbezogene Aufgaben den Vermehrungsorganisationen übertragen; die Qualitätssicherung ist Aufgabe der AKST von Agroscope. Ihr sind insbesondere die Feldbesichtigung von Vorstufen- und Basisaatgut sowie die Aus- und Weiterbildung in allen Expertentätigkeiten von der Feldbesichtigung bis zur Probennahme in den Reinigungsstellen übertragen worden. Das in der Verordnung bezeichnete Saatgutprüflabor (SPL) ist der entsprechenden AKST angegliedert.

Die Abwicklung der Saatgutertifizierung wird mit der Datenbankanwendung CertiPRO durchgeführt.

Das SPL ist von der Internationalen Vereinigung für Saatgutprüfung (ISTA) akkreditiert und seine Leistungen werden regelmässig von externen Experten evaluiert.

Eine enge Zusammenarbeit mit den Akteuren der Saatgutbranche ist Grundlage für die effiziente Umsetzung der Saatgutertifizierung. Dies vermindert vor allem den administrativen Aufwand wesentlich.

Ziele und Forschungsfragen

Unterstützung der Vermehrungsorganisationen in der inländischen Produktion von qualitativ hochwertigem, sorten-echtem Saatgut für die Landwirtschaft, so dass die Marktnachfrage mit einer möglichst kleinen Vermehrungsfläche abgedeckt werden kann. Kosten für die Überschussverwertung sind zu vermeiden.

Wie können wir hohe Anerkennungsraten bei der Feldanerkennung sowie in den Saatgutqualitätsanalysen sicherstellen?

Wir unterstützen die Saatgutbranche mit verschiedenen Massnahmen:

- Feldbesichtigungstätigkeit in der Produktion von Vorstufen- und Basissaatgut (DSP & SATIVA)
- Ausbildungsangebote für Expertentätigkeiten, Bereitstellung von geeigneten Unterlagen, Weitergabe an jährlichen Aus- und Weiterbildungskursen von zugelassenen Experten/Innen (z.B. Feldbesichtigungs-experten, Probenehmer in den Reinigungsstellen)
- Überprüfung der Qualität des in der Schweiz produzierten Saatguts (Saatgutprüflabor)
- Anlage von Nachkontrollanbauparzellen zur Überprüfung der Sortenecht- und -reinheit (Aufgabenteilung mit swisssem) sowie der Untersuchung von Handelskontrollen (Auftraggeber BLW)
- Mitwirkung in nationalen Arbeitsgruppen der Saatgutbranche
- Wartung und Weiterentwicklung einer Datenbankanwendung, welche für die Abwicklung der Saat- und Pflanzgut-zertifizierung von der Produktion bis zur Anerkennung genutzt wird
- Einlagerung von Referenzsaatgut der im Sortenkatalog zugelassenen Sorten (Teilaufgabe Factsheet 1), Bereitstellung von Referenzsaatgut bei Anfragen von ausländischen Behörden sowie Überprüfung der Sortenecht- und -reinheit im Nachkontrollanbau

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 3 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Züchtungsfortschritt mit der Produktion von zertifiziertem Saatgut in die Praxis überführen
Sortenechtheit und Rückverfolgbarkeit des zertifizierten Saatguts als Grundlage für Labelproduktionen sicherstellen
Grundlage für Saatgutexporte mit offizieller Probenahme, Abwicklung der OECD-Zertifizierung, offizielle Probenahme für die Ausstellung von ISTA-Zertifikaten sowie Nachkontrollanbau sicherstellen

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 9:

- Verminderung von unerwünschten Beimengungen im Saatgut als Grundlage für hochwertige Futter- und gesunde Lebensmittel (z.B. Mutterkornbesatz, Sporenbesatz von Stink- und Zwergbrand)

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

- Unterstützung bei der Ausdehnung des Biolandbaus mit sortenechtem und gesundem Biosaatgut, indem wir die Basissaatgutvermehrungen bei den Getreidearten feldbesichtigen
- Einführung von Populationssorten, indem wir die saatgutrechtlichen Abwicklung weiterentwickeln (z.B. beim Mais mit der Produktion von Nicht-Hybridsaatgut von Peter Kunz, Erhaltungssorten aus Weihestephano)
- Mögliche Ausdehnung auf Winterweizen saatgutrechtlich mitbegleiten

Material und Methoden (grob skizziert)

Saatgutrechtliche Grundlage

Verordnung des WBF über Saat- und Pflanzgut von Acker- und Futterpflanzen sowie von Gemüsearten (916.151.1)

Grundlage der Qualitätsbeurteilung sind folgende Handbücher & Vorschriften:

ISTA, Internationale Vorschriften für die Saatgutprüfung 2017

ISTA, Handbücher "Seedling evaluation", "Pure Seed Definition", "Tetrazolium testing", "Moisture Determination", „Seed Sampling“

Standardisierte Arbeitsanweisungen des Saatgutprüflabors (SOP's) für Reinheit, Keimfähigkeit, Abwicklung der Saatgutertifizierung u.a.m.

Referenzsamensammlungen, Handbücher zur Bestimmung der Samenart

Richtlinien für Expertentätigkeiten

Richtlinien für die Feldbesichtigung sowie die Probenahme und Verschliessung von Saatgut (saatgutrechtliche Grundlage in der Verordnung), Neuauflage nach Anpassungsbedarf

Aktualisierte Sortenbeschreibungen nach UPOV-Kriterien (Ende Mai bis Mitte Juni)

Elektronische Abwicklung Saatgutertifizierung

- Anleitung für die Bedienung der Datenbank CertiPRO

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Anonymus, 2008. Sorten, Saat- und Pflanzgut in der Schweiz. Bericht des Bundesamtes für Landwirtschaft, ACW und ART, BBL-Publikationen, 124 S.
- Anonymus, 2011. Unsere Saatgutproduktion - fit auch in der Zukunft. Tagungsdokumentation, ART, 3. März 2011, Vorträge und Posterbeiträge
- Anonymus, 2017. OECD schemes for the varietal certification or the control of seed moving in international trade. OECD, Paris 2017, 167 p.
- Hebeisen T., Schläpfer M., 2014: Schweizerische Saatgutproduktion im Überblick - Professionalisierung in der Produktionskette. In: Zukünftiges Saatgut - Produktion, Vermarktung, Nutzung und Konservierung“, 65. Tagungband der Vereinigung der Planzenzüchter und Saatgutkaufleute Österreichs 2014, S. 33-6
- Hebeisen et al., 2015. Ursachen stark schwankender Saatgutqualität bei Roggen und Triticale. *Agrarforschung* 6(6): 240-7.
- Léchappé J., 2009: Harmonization of seed testing for the facilitation of trade. In: *Proceedings of the 2nd world seed conference*, FAO, Rome 2009. S. 218-28.
- Van der Burg J., 2009. Raising seed quality: what is in the pipeline? In: *Proceedings of the 2nd world seed conference*, FAO, Rome 2009. S. 177-85.
- Zanetti S., Hebeisen T., 2011. Die Saatgutzertifizierung in der Schweiz (2005 bis 2010). *Agrarforschung* 2(7-8): 311-9.
- Zecchinelli R., 2009. The influence of seed quality on crop productivity. In: *Proceedings of the 2nd world seed conference*, FAO, Rome 2009. S. 150-8.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Die Umsetzung der saatgutrechtlichen Verordnung des WBF trägt dazu bei, dass der Schweizer Landwirtschaft qualitativ einwandfreies Saatgut von geeigneten Sorten für den Acker- und Futterbau zur Verfügung gestellt wird. Gesundes und triebkräftiges Saatgut sichert den Mehrwert von der Züchtung bis zum Endverbraucher. Diese Tätigkeiten werden in partnerschaftlicher Zusammenarbeit mit der Saatgut-Branche ausgeführt.

Gesundes Saatgut ist Grundlage der Nahrungs- und Futtermittelherstellung. Rohstoffe in hoher Qualität und genügender Menge sind die Voraussetzung für vielfältige Produkte aus industrieller und gewerblicher Herstellung. Nährstoffreiches Wiesenfutter ermöglicht eine hohe Grundfuttermittellieferung unserer Wiederkäuer. Die Umsetzung der saatgutrechtlichen Verordnung des WBF trägt dazu bei, dass der Schweizer Landwirtschaft qualitativ einwandfreies Saatgut von geeigneten Sorten für den Acker- und Futterbau (in Form der Standardmischungen) zur Verfügung gestellt wird. Gesundes und triebkräftiges Saatgut sichert den Mehrwert von der Züchtung bis zum Endverbraucher. Zertifiziertes Saatgut erfüllt die Qualitätskriterien und ermöglicht eine Rückverfolgbarkeit entlang der pflanzlichen Wertschöpfungskette, welche als Grundlage von Labelprogrammen dient. Diese Tätigkeiten werden in partnerschaftlicher Zusammenarbeit mit der Saatgut-Branche ausgeführt.

Genehmigung des Projektes

Datum: 25.10.2017	Visum Stv. FGL: btt
Datum: 31.08.2017	Visum FBL / KBL: kewi
Datum: 27.09.2017	Visum V SFF: wimi



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.03.12.01.02

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Saatgutqualität

Nr. Bereich.

12 Pflanzen und pflanzliche Produkte

Nr. Gruppe

12.1 Saatgutqualität

Projektleitung/Stellvertretung

Annette Büttner-Mainik / Thomas Hebeisen

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	280
Beitrag zu SFF	3
Beitrag zu weiteren SFF	16, 9, 4

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	1.3; 1.31; 1.33; 3.21; 13.106, 13.107; 14.4-7; 18.82
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Qualitätssicherung für Saatgut aller Arten von Kultur- und Wildpflanzen für den Samenhandel

Hochwertiges Saatgut für den Handel aller Arten von Nutz- und Wildpflanzen

High quality seed for trading of economic plant species and wild flowers

seed quality, seed testing, quality assurance management, wild flowers, ISTA accreditation

Ausgangslage und Problemstellung

Um den Fortschritt in der Pflanzenzüchtung weiterzutragen und zu sichern, ist die Bereitstellung von hochqualitativen Saatgut essentiell. Züchter, Händler, Käufer und Verkäufer vertrauen auf eine neutrale Beurteilung der Qualität ihrer Ware. Die Qualitätsprüfung des Saatguts beinhaltet im Wesentlichen folgende Laboranalysen: Technische Reinheit, Besatz mit fremden Arten, Keimfähigkeit, Lebensfähigkeit, Triebkraft, Bestimmung der Tausendkornmasse, Sorten-echtheit sowie Befall mit Pathogenen.

Das Saatgutprüflabor von Agroscope blickt zurück auf eine fast 140 jährige Erfahrung. Seit 1999 ist das Labor durch die **International Seed Testing Association (ISTA)** akkreditiert und stellt seitdem zusätzlich Zertifikate für den internationalen Handel von Saatgut aus. Standardisierte Arbeitsanweisungen (SOPs, Standards of Procedure), ein Qualitätsmanagement mit Vorgaben angelehnt an die ISO 17025, sowie die kontinuierliche Aus- und Weiterbildung der Saatgutprüfenden bilden die Grundvoraussetzung für gleichbleibend hohe Qualität. ISTA-Zertifikate garantieren, dass die Saatgutqualität mit geprüften Standardmethoden untersucht, berichtet und die Ergebnisse somit zwischen den Labors weltweit vergleichbar sind (Uniformity in Seed Testing). In- und ausländische Firmen benötigen solche Zertifikate für den internationalen Saatguthandel.

Bereits seit Jahrzehnten stellt der nationale Saatguthandel (**Swiss-Seed**, Schweizer Vereinigung für Samenhandel und Sortenschutz) speziell hohe Anforderungen an das in der Schweiz verkaufte Saatgut. Als Swiss Rules sind die **VESKOF-Qualitätsnormen** international bekannt und haben sich bewährt. Sie basieren auf dem für die Saatgutqualität gesetzlichen Minimum, festgeschrieben in der Saat- und Pflanzgut-Verordnung des EVD, und schreiben zusätzlich vor allem für Keimfähigkeit, technische Reinheit und Ampferbesatz (grossblättrige Arten) erhöhte Anforderungen vor. Das Saatgutprüflabor von Agroscope untersucht auf Wunsch nach VESKOF-Normen und stellt entsprechende Zertifikate

aus. Im Jahr 2016 wurden beispielsweise 15% aller Analysen des Saatgutprüflabors von Agroscope durch die Swiss-Seed in Auftrag gegeben, etwa 18% aller Aufträge stammten aus dem Ausland.

Wir beobachten, dass unsere Kompetenz zur Überprüfung von Qualitätsproblemen zwischen ausländischen Handelsfirmen zunehmend genutzt wird. Für Schiedsentscheide zwischen zwei oder mehreren internationalen Parteien spielt die im politischen Kontext neutrale Stellung der Schweiz eine wichtige Rolle. Die Globalisierung wirft auch im Rahmen der nationalen Saatgutqualitätsprüfung immer weitere Fragestellungen und Anforderungen auf, denen wir mit unserer Fachkompetenz entgegentreten. Das Saatgutprüflabor ist aktives Mitglied im **VDLUFA** (Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten) und der **ISTA** und vertritt in diesem Rahmen auf jährlichen Fachtagungen die Interessen der Schweiz bei der Weiterentwicklung der internationalen Regeln (Stimmrecht) und Methoden zur Saatgutqualitätsprüfung.

Ziele und Forschungsfragen

Die zentrale Aufgabe des Saatgutprüflabors von Agroscope ist die neutrale Kontrolle des in der Schweiz gehandelten Saatguts nach nationalen und internationalen Standards. Das durch die ISTA akkreditierte Labor stellt hierfür die Basis. Die im Vergleich zur EU-Saatgutverordnung strengeren, schweizerischen VESKOF-Qualitätsanforderungen für landwirtschaftliches Saatgut garantieren beste Erträge und verhindern die Verbreitung unerwünschter Samen von invasiven oder giftigen Arten. Die Zusammenarbeit des Saatgutprüflabors von Agroscope und Swiss-Seed ist vertraglich geregelt.

Die Fachgruppe Saatgutqualität unterstützt die schweizerische Saatgutbranche fachlich und neutral. Kenntnisse und Erfahrungen werden aktiv in inter- und nationalen Fachgruppen für Saatgutprüfung (ISTA, VDLUFA) ausgetauscht und gepflegt, Regeln mitbestimmt und Methoden weiter entwickelt.

Folgende Projektziele sind für die Periode 2018-2021 vorgesehen:

1) Entwicklung geeigneter Prüfmethode für einheimische Arten (Wildpflanzen)

Das Ziel ist, die Methodik der Saatgutqualitätsprüfung für Wildpflanzen zu verbessern. Die Methodenliste der VDLUFA für Wildpflanzenarten wird durch unser Labor offiziell verwaltet. In **2019** wird die AG Saatgutqualität am Standort Zürich Reckenholz Gastgeber der **VDLUFA Frühjahrstagung** für die Fachgruppe Saatgut sein. Dabei soll bewusst ein Fokus auf die **Wildpflanzenmethodik** gelegt werden. Die ISTA zeigt verstärkt Interesse weitere Methoden für Wildpflanzen international zu validieren und in ihr Reglement aufzunehmen.

Auf nationaler Ebene steht die Gestaltung von **Kompensationsflächen / Biodiversitätsförderflächen** mit einheimischen Wildpflanzenarten im Fokus. Für die Anlage solcher Flächen wird Wildpflanzensaatgut von angepassten Ökotypen benötigt, so dass die einheimische Flora nicht verfälscht wird. Einige schweizerische Samenhandelsbetriebe haben diese Saatgutproduktion den letzten Jahren stark ausgedehnt. Agroscope, Info Flora und Swiss-Seed überwachen und bearbeiten in der **Arbeitsgruppe Wildpflanzenproduktion** kontinuierlich das Reglement betreffend der Produktion von amtlich geprüftem, einheimischem Wildpflanzensaatgut (Wildgräser und -blumen). Die Fachgruppe Saatgutqualität ist massgeblich beteiligt. Es ist festgelegt, dass die Saatgutfirmen von mindestens 25% der angemeldeten Parzellen zur Produktion von Wildpflanzensaatgut ein repräsentatives Saatgutmuster an Agroscope (FG Saatgutqualität) zur **Qualitätsuntersuchung** (Reinheit und Keimfähigkeit) einsenden. Einflussfaktoren auf die Saatgutqualität wie Witterungsverhältnisse, Erntezeitpunkt, Ernteverfahren, Trocknung, Aufbereitung und Lagerung können im Vergleich zu den landwirtschaftlichen Kulturpflanzen bei Wildpflanzenarten oft nur ungenügend abgeschätzt werden. Eine bessere Ertragssicherheit durch hohe Saatgutqualität ist für die Abdeckung der Nachfrage gefordert. Ungenügende Saatgutqualität resultiert zum Teil aus fehlenden Kenntnissen.

Die ausgeprägte **Keimruhe (Dormanz)** verhindert bei vielen Wildpflanzenarten, dass die Samen vorschnell keimen. Dies führt dazu, dass selbst unter (scheinbar) optimalen Laborbedingungen oftmals nur eine geringe Keimfähigkeit beobachtet wird. Man kann aber davon ausgehen, dass viele der im Labor nicht gekeimten Samen lebensfähig sind. In der Natur wird die Dormanz zum Beispiel durch zyklische **Temperatur- und oder Feuchtigkeitsschwankungen** gebrochen. Feldaufgang und Laborbefund zur Keimfähigkeit decken sich daher in vielen Fällen nicht.

Um die Laboruntersuchungen für Wildpflanzensaatgut zu optimieren, soll daher ein spezieller **Gradiententisch** im Labor eingeführt werden. So können wir in Screenings optimale Temperaturregimes mit Tag- / Nachtrhythmus für jede Art ermitteln und das volle Potential der Samen im Labor abbilden.

Eine wichtige Ergänzung zu der Keimfähigkeitsanalyse ist ein **biochemischer Lebensfähigkeitstest (Tetrazoliumtest, TZ)**. Dieser wird bereits standardmässig bei Getreide und anderen Kulturarten durchgeführt. Der limitierende Faktor bei den Wildpflanzen ist vor allem die häufig geringe Samengrösse. Die Auswertung des TZ-Tests erfolgt visuell anhand der Färbung bestimmter Organe des Embryos im Pflanzensamen. Eine Analyse sehr kleiner Samen nur unter dem Mikroskop möglich, sehr aufwändig und braucht intensives Training des Analytisten. Unser Labor verfügt bereits über sehr gute Erfahrungen auf dem Gebiet der TZ-Analyse und der Keimfähigkeit von Wildpflanzen. An dem im April

2018 stattfindenden **Symposium „Prüfungsmethoden und Forschungsansätze zur Saatgutqualität“** am Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK, DE) werden wir an einem TZ-Workshop aktiv beteiligt.

2) Unterstützung in Projekten betreffend der Lebensmittelsicherheit (Saatgut)

- a) Giftige Samen, wie z.B. Stechapfel (*Datura spp.*) sind bezüglich der Lebensmittelsicherheit bedenklich. Ihre toxischen Inhaltsstoffe (Tropanalkaloide) dürfen in Lebensmittel nicht auftreten. In Zusammenarbeit mit dem Gesundheitsdepartement in Basel wurden in Stichproben einer inländischen Schälrmühle Samen von Stechapfelarten durch das Saatgutprüflabor von Agroscope bestimmt. Die chemische Analyse von Einzelsamen auf die Toxinzusammensetzung wird aktuell im LC-Labor der Lebensmittelanalytik des Gesundheitsdepartements Basel durchgeführt. Eine **gemeinsame Veröffentlichung** ist geplant.
- b) Humanpathogene (z.B. enterohämorrhagische *E. coli*, EHEC) auf Sprossensaatgut stellen eine Gefährdung dar. Im Agroscope internen Austausch mit der Forschungsgruppe Mikrobiologie pflanzlicher Lebensmittel (18.1, FGL David Drissner) untersuchen wir mit Elektronen gebeiztes (E-Beam-Technologie) Sprossensaatgut (z.B. Linsen, Bohnen) auf Keimfähigkeit und Lebensfähigkeit im Saatgutprüflabor. Eine **gemeinsame Veröffentlichung** ist geplant.

3) Entwicklung alternativer Saatgutbehandlungsmethoden

Das Ziel des geplanten Projekts ist, in der Schweiz das Verfahren einer effizienten thermischen Behandlung von Getreidesaatgut weiter zu entwickeln und zur Praxisreife zu bringen. Die Firmen Sativa resp. fenaco besitzen in Rheinau eine Pilotanlage, welche für die Dampf-Behandlung von Gemüsesamen mit gesättigter Luft eingesetzt wird. Ausgehend von diesen positiven Erfahrungen soll der Bau einer grösseren Anlage umgesetzt und die Rentabilität abgeschätzt werden. Erste Evaluierungen wurden von Agroscope in Zusammenarbeit mit Ingenieuren der FH Nordwestschweiz, Hochschule für Technik, durchgeführt. Auf diesen Arbeiten soll in den kommenden Jahren aufgebaut werden (KTI Antrag).

Saatgut der Getreidearten wird als Vorsorgemassnahme gegenüber samenbürtigen Erregern wie Schneeschimmel oder Stinkbrand mit chemisch-synthetischen Wirkstoffen gebeizt. Diese Wirkstoffe sind hochwirksam und kostengünstig, belasten jedoch die Umwelt. Im Rahmen des **Nationalen Aktionsplans zur Reduktion der Pflanzenschutzmittel** in der Landwirtschaft könnten thermische Saatgutbehandlungen eine Alternative sein. Für die Förderung der Aussaat von **biologischem Saatgut** arbeitet die FG Saatgutqualität zusammen mit UFA Samen und Sativa Rheinau an der Entwicklung alternativer Saatgutbehandlungsmethoden (Dampfbehandlung) zur Dekontamination von samenbürtigen Pathogenen. Agroscope und fenaco unterzeichneten in 2016 einen entsprechenden Vertrag für das Forschungsvorhaben.

Alternative Saatgutbehandlungsmethoden werden auf ihre Wirksamkeit geprüft, so dass die Konsequenzen eines verminderten Einsatzes von chemisch-synthetischen Wirkstoffen abgeschätzt werden können. Grundlage ist der projektspezifische **Zusammenarbeitsvertrag (ID Agroscope 655002861)** zwischen der fenaco Genossenschaft und Agroscope betreffend das Forschungsprojekt „Thermische Saatgutbehandlungsmethoden für Getreidesaatgut“.

4) Interne Anfragen anderer Forschungsgruppen

Forschungsprojekte anderer Fachgruppen werden unterstützt:

- Keimtests diverser Sorten von Gräsern und Anerkennung von neuen Sorten (Samenmorphologie) (Ch. Grieder)
- Periodische Keimtests von der in der Genbank (Changins) eingelagerten Akzessionen (B. Schierscher)
- Untersuchungen samenbürtiger Pathogene (Zusammenarbeit mit der FG von S. Vogelgsang)
- Keimtests von mit E-Beam-Technologie behandeltem Sprossensaatgut (D. Drissner)
- Keimtests von GVO Weizen (S. Brunner)
- Keimtests für Saatgut zur Nutzung in Feldversuchen, z.B. Buchweizen, Linsen, Weizen (J. Hiltbrunner)
- Keimtests von Erdmandelgras (M. Keller)

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 3 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF) „Leistungs- und marktfähige Pflanzensorten züchten und anbieten“

- Züchtungsfortschritt mit der Produktion von qualitätsgeprüftem, zertifiziertem Saatgut in die Praxis überführen und Ausstellung von Zertifikaten (ISTA / OECD) für den internationalen Verkehr, Handel und Anbau von Vermehrungssaatgut
- Verminderung von unerwünschten Beimengungen im Saatgut als Grundlage für hochwertige Futter- und gesunde Lebensmittel (z.B. Kontrolle des Besatzes mit Mutterkorn, Sporen von Stink- und Zwergbrand, Stechapfel oder Ambrosia)
- Sortenechtheit und Rückverfolgbarkeit des zertifizierten Saatguts als Grundlage für Labelproduktionen
- Verbesserung des Anwenderschutzes durch die Nutzung des Reduktionspotentials von chemisch-synthetischen Beizmittel mittel- bis längerfristig zum Beispiel in der Labelproduktion von Brotgetreide

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 9 „Für sichere Lebensmittel mikrobielle Risiken und Antibiotikaresistenz senken“:

- Behandlung von Saatgut mit E-Beam-Technologie (phytosanitäre Wirkung) (Überschnitt mit SFF 5 „Nachhaltigen, risikoarmen Pflanzenschutz entwickeln“)

zu SFF Nr. 4 „Die Proteinversorgung von Mensch und Tier optimieren“:

- Mischkulturen von Eiweisserbsen mit Getreideart für die Saatgutproduktion im Biolandbau

zu SFF Nr. 16 „Vielfalt der Arten und Lebensräume der Agrarlandschaft fördern und nutzen“:

- Qualitätsgeprüftes Saatgut von geeigneten Wildpflanzen-Ökotypen zur Anlage von Ausgleichsflächen (Biodiversitätsförderflächen)

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

- Prüfung der Wirksamkeit von alternativen Saatgutbehandlungsmethoden (Dampfbehandlung)
- Einführung von Populationssorten - Weiterentwicklung der saatgutrechtlichen Abwicklung
- Mischkulturen zur Verbesserung der Ertragssicherheit von Eiweisserbsen im Biolandbau

Material und Methoden (grob skizziert)

Es werden Qualitätsanalysen von Saatgutproben in- und ausländischer Kunden gemäss den Regeln und Methoden der internationalen Vereinigung für Saatgutprüfung (ISTA) durchgeführt. Zu den von der ISTA akkreditierten Bereichen gehören: Probenahme, Keimfähigkeit, Reinheit, Fremdbesatz, Tausendkorngewicht, Lebensfähigkeit (Tetrazoliumtest). Weitere Bereiche, für die wir Analysen anbieten sind: Triebkrafttest, Fluoreszenz.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Seeds - Physiology of Development, Germination and Dormancy, 3rd Edition; J. Derek Bewley, Kent J. Bradford, Henk W.M. Hilhorst, Hiro Nonogaki; ISBN: 978-1-4614-4692-7 (Print) 978-1-4614-4693-4 (Online)
- ISTA Rules und Handbücher, online Zugang für Mitglieder, <https://www.seedtest.org/en/publications>
- Wildpflanzenreglement CH (aktuell in Überarbeitung), Zusammenarbeit Agroscope, InfoFlora, Swiss-Seed
- Workshop zur Bestimmung von Ampferarten VDLUFA Saatgutsitzung Münster (DE) 2017, abgelegt auf der internen Seite des VDLUFA, Fachgruppe IV Saatgut, <http://www.vdlufa.de/de/index.php/fachgruppen-40/fg-iv>

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet

(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Die Bereitstellung von hochqualitativem Saatgut ist Grundlage für den Fortschritt in der Pflanzenzüchtung. Das ISTA akkreditierte Labor der FG Saatgutqualität erstellt nationale und internationale Zertifikate für den Saatguthandel. In Kooperationen mit Partnern aus Saatgutzüchtung und -produktion, Lebensmittelsicherheit und Biolandbau werden Forschungsschwerpunkte zur methodischen Weiterentwicklung der Saatgutqualitätsprüfung bearbeitet.

Um den Fortschritt in der Pflanzenzüchtung weiterzutragen, ist die Bereitstellung von hochqualitativen Saatgut essenziell. Das durch die ISTA akkreditierte Labor der FG Saatgutqualität testet jedes Jahr etwa 5500 in- und ausländische Saatgutproben auf ihre Qualität und erstellt nationale und internationale Zertifikate für den Saatguthandel. Die erhöhten, schweizerischen VESKOF-Qualitätsanforderungen für landwirtschaftliches Saatgut sind von Bedeutung. Mit Partnern aus Saatgutzüchtung und -produktion, Lebensmittelsicherheit und Biolandbau werden Forschungsschwerpunkte zur methodischen Weiterentwicklung der Saatgutqualitätsprüfung bearbeitet, so z.B. die Entwicklung spezifischer Prüfmethoden für einheimische Wildpflanzen oder die Wirksamkeitsprüfung alternativer Saatgutbehandlungsmethoden.

Genehmigung des Projektes

Datum: 25.08.2017	Visum FGL: heth
Datum: 31.08.2017	Visum FBL / KBL: kewi
Datum: 27.09.2017	Visum V SFF: wimi



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Agroscope

Programme d'activité

N° de projet

PA 2018-2021

18.03.12.02.03

Désignation abrégée/acronyme du projet (max. 20 caractères)

4.0 Methods Field Crops

N° Domaine

12	Domaine de compétences plantes et produits d'origine végétale

N° Groupe

12.2	Variétés et techniques culturales

Chef-fe de projet/suppléant-e

Didier Pellet / Juan Herrera

Durée du projet

Début du projet

Fin du projet

4 ans	2018	2021

Projet

Total des jours de travail sans fonds tiers	880
Contribution au CSR	3
Contribution à d'autres CSR	2 (11,17)

Enquête sur les besoins: contribution à la demande n°	Factsheet 1; CSR3 13.196; 18.4; 18.82; CSR2; 9.17; 18.72
Le projet contient des travaux financés par des fonds tiers	☒ oui ☐ non
Le projet contient une contribution à l'agriculture biologique	☒ oui ☐ non

Titre dans la langue originale

Evaluation de la performance et de la qualité des variétés et espèces de grandes cultures avec des outils de l'économie numérique

Evaluation des variétés de grande culture par des outils numériques

Evaluation of performance and quality of genotypes and field crops with tools of the digital economy

variety testing, Genotype x Environment x Management interactions, field phenotyping, remote and proximal sensing, machine learning, robotisation, molecular markers

Situation initiale et problématique

L'étude variétale a pour but d'identifier les meilleures variétés proposées par la sélection: "Vom guten, das Beste". Les meilleures variétés, sont les mieux adaptées aux conditions pedo-climatiques, le moins sensibles aux maladies et correspondant le mieux aux exigences qualitatives et de productivité du marché et les plus stables. L'étude variétale contribue, à l'échelle du pays, à la rentabilité économique d'une culture et par extension à la compétitivité de l'agriculture suisse. L'identification des meilleures variétés, par comparaison objective, indépendante et impartiale, permet aux filières de production, aux producteurs et à l'agriculture dans son ensemble de bénéficier d'un véritable progrès génétique en terme de qualité et productivité, ou de minimiser le risque d'échec d'une culture. L'étude variétale contribue donc également à améliorer l'efficacité d'utilisation des ressources dans l'agriculture.

L'étude variétale pratiquée par Agroscope comporte trois composantes: 1) la tâche légale, selon l'ordonnance sur les semences et plants (ordonnance 916.151 et 916.151.1) du 7.12.1998, révision du 1.07.2010, pour l'inscription de variétés candidates au Catalogue national, 2) la recherche variétale, utilise les réseaux d'essais et les bases de données générées pour diverses activités de recherche en production végétale; 3) comme base pour la recommandation de variétés (listes recommandées). L'adaptation des procédures et méthodes relevant de l'ordonnance sur les semences et plants doit être réalisée régulièrement et celle-ci doit être coordonnée entre les différentes espèces de grandes cultures, tout comme l'établissement des listes recommandées est régulièrement revu et adapté en accord avec les partenaires. Les dispositifs et réseaux d'essais peuvent être utilisés pour mieux définir les conditions du milieu auxquelles les cultures sont soumises et caractériser les géotypes testés. Des outils numériques sont désormais

disponibles pour y parvenir. Il s'agit de divers capteurs (caméras) portés ou non par des engins volants (drones) utilisant des techniques de télé- et proxi-détection, de phénotypage au champ ou l'acquisition automatique de données (high throughput) par des robots assurant le "field scouting". Ces capteurs permettent aussi d'évaluer la qualité nutritionnelle des cultures (caméras Hyperspectrales). Les bases de données de résultats pluriannuels des réseaux d'essais peuvent désormais être analysées grâce à des modèles et par des algorithmes issus de l'intelligence artificielle offrant de nouvelles possibilités pour comprendre les facteurs de stress abiotiques, la réaction des génotypes et maîtriser les interactions génotype x environnements x management. Des marqueurs moléculaires permettent de caractériser les génotypes et peuvent être intégrés aux analyses sur la réponse des génotypes aux facteurs limitant du milieu ou d'anticiper et simuler la réponse de variétés individuelles au changement climatique.

D'autres algorithmes de reconnaissance d'objets sont désormais utilisés pour différencier les plantes cultivées des adventices (computer vision). Des outils comme des robots de désherbage utilisent ces algorithmes. Ils sont en développement et consistent en des outils alternatifs aux méthodes traditionnelles de contrôle des adventices. Ces robots permettraient de limiter l'usage d'herbicides, en accord avec la stratégie de la confédération pour diminuer l'usage et le risque lié aux pesticides. En relation avec ce projet, c'est avant tout les aspects de l'autonomie du robot et sa capacité de caractériser un peuplement qui nous intéresse (phénotypage)

Objectifs et questions de recherche

- Adapter et mettre à jour l'ordonnance sur les semences et plants ainsi que la méthodologie utilisée dans l'étude variétale pour le Catalogue national et l'établissement des listes recommandées des l'interprofessions. Coordonner ces adaptations pour les différentes espèces de grandes cultures ou pour de nouvelles cultures.
- Développer le phénotypage au champ pour l'étude variétale, en utilisant des outils numériques (caméras multi-spectrales, hyperspectrales et caméras thermiques), l'acquisition automatique de données (high throughput), et des méthodes de télé- et proxi-détection pour l'évaluation variétale.
- Déterminer la qualité nutritionnelle des cultures grâce à ces capteurs (Fe, protéines, etc.)
- Appliquer de nouvelles méthodes statistiques et des algorithmes d'intelligence artificielle et des marqueurs moléculaires pour expliquer et comprendre les interactions GxExM et la réaction des génotypes aux facteurs limitant du milieu, au changement climatique ou pour extrapoler les résultats des variétés hors des zones de test ou établir des cartes de performance par variété.
- Participer au développement de robots autonomes, capables d'enregistrer de manière automatique des informations sur la culture (phénotypage).

Contribution concrète au CSR n° 3 (décrire en quelques phrases la contribution concrète et les nouvelles connaissances relatives au CSR, en précisant clairement le lien thématique avec les questions de recherche formulées dans le CSR)

L'étude variétale des grandes cultures, dans son ensemble répond à la question du développement de nouvelles variétés de plantes cultivées (question 1). La méthodologie usuelle ainsi que les nouvelles méthodes utilisées dans ce projet (phénotypage et télé-détection) vont montrer les applications et l'utilité des outils de l'économie numérique pour cette activité.

Le présent projet va également contribuer à améliorer la caractérisation scientifique de nouvelles variétés (question 2) et leur valeur nutritionnelle. Une contribution de ce projet sera de montrer la réaction de variétés aux facteurs limitant du milieu en utilisant des algorithmes d'intelligence artificielle. Les éventuelles différences de sensibilité aux facteurs du milieu pourront être mises à jour.

Contribution à max 3 autres CSR (décrire en quelques phrases la contribution concrète relative aux questions de recherche formulées dans le CSR)

au CSR n° 2 : L'utilisation et les contributions au développement de robots autonomes, vont être entrepris dans ce projet permettront de répondre à la question 2 du CSR, soit l'utilisation de la robotique pour développer des techniques de production efficaces en ressources

au CSR n° 17 : Changement climatique. Caractériser d'éventuelles différences de sensibilité des variétés aux facteurs limitant du milieu permettra également de quantifier l'adaptation des variétés au changement climatique, selon les scénarios qui prévaudront.

au CSR n° 11 : Utilisation et développement de méthodes propres au smart farming (télé-détection, proxi-détection) et robotisation dans l'expérimentation

Utilité principale pour l'agriculture biologique (dans le cas d'une contribution, la décrire concrètement en quelques phrases)

Les méthodes innovantes développées dans ce projet pourront être utilisées efficacement au profit de l'agriculture biologique

Matériel et méthodes (description sommaire)

Les ordonnances 916.151 et 916.151.1 du 7.12.1998 décrivent pour chaque espèce de grandes cultures les méthodes pour établir la Valeur Agronomique et Technologique (VAT)

Anonyme (2008). L'organisation des réseaux d'essais variétaux est décrite, les synergies entre les essais pour le Catalogue national (CN) et ceux pour les listes recommandées (LR) sont mentionnés.

Les données sont l'ingrédient clé pour que le secteur agricole suisse devienne plus productif et durable, pour protéger l'environnement et rester compétitif dans l'économie mondiale. L'économie numérique signifie créer une intelligence opérationnelle et une valeur ajoutée à partir des données. Pour atteindre cet objectif, nous développerons des plateformes qui intègrent des données acquises à partir du sol, les drones et les satellites afin de fournir aux agriculteurs des informations sur le terrain au moment opportun comme choisir les variétés appropriées, appliquer des doses d'engrais ou de protection des cultures précisément, déterminer le moment idéal pour les mesures de protection des cultures et reconnaître les facteurs de stress des plantes à un stade précoce. Cela sera possible en utilisant de nouveaux capteurs comme des caméras hyperspectrales, GPS précis, et des robots qui mesurent la chlorophylle au niveau de la canopée. Ces dispositifs collectent une quantité sans précédent de données sur le terrain, tandis que les stratégies analytiques à haut débit (algorithmes d'image et méthodes de « big-data ») l'analysent rapidement pour repérer les plantes avec un rendement souhaitable et des traits de durabilité. Les modèles intégratifs permettent d'ailleurs de relier les variables environnementales aux traits des cultures, de résoudre les incertitudes et de prendre en considération efficacement toutes les combinaisons possibles qu'un certain nombre de facteurs déterminent.

Bibliographie (toutes dernières connaissances / ne citer que quelques publications propres et étrangères scientifiques et axées sur la pratique)

- Anonyme, 2008. Variétés semences et plants en Suisse - Sujets choisis concernant les semences et les plants. Eds OFAG/ACW/ART, 121 pp.
- Levy Häner, L., Courvoisier, N., Herrera, J. M., Brabant, C., Pellet, D. (2016) Protein potential of winter wheat varieties. Recherche Agronomique Suisse 7: 364-371.
- Levy Häner, L., Courvoisier, N., Rechsteiner, S., Herrera, J., Brabant, C., Hund, A., Weissflog, Th., Dierauer, H., Pellet, D (2017) Blé d'automne: bilan de 15 ans d'étude variétale en mode extensif. Recherche Agronomique Suisse: 8 (7-8): 300-309.
- Herrera, J., Holzkämper, A., Levy, L., Pellet D. (2016) Identifying the best variety at each site with climatic-limitation covariates. Eucarpia General Congress, Zürich Switzerland.
- Herrera, J.M., Verhulst, N., Trethowan, R., Stamp, P., and Govaerts, B. (2013) Insights into genotype by tillage interaction effects on the grain yield of wheat and maize. Crop Science 53: 1845-1859.
- Herrera, J.M., Stamp, P., and Liedgens, M. (2013) Root growth of spring wheat genotypes varying in nitrogen uptake and other nitrogen-related traits. Journal of Plant Nutrition and Soil Science 176: 561-571.
- Schulthess, U., Timsina, J., Herrera, J.M., and McDonald, A. (2013) Mapping field-scale yield gaps for maize: an example from Bangladesh. Field Crops Research 143: 151-156.
- Walter, A., Finger R., Huber, R., Buchmann, N (2017). Smart farming is key to developing sustainable agriculture. PNAS, June 13, vol. 114 (24) 6148-6150.

Teaser et résumé succinct du projet pour la communication/Internet

(Teaser: max. 400 caractères; résumé succinct: max. 800 caractères, espaces inclus)

L'étude variétale a pour but d'identifier les meilleures variétés. Elle permet de réaliser une tâche légale, de pratiquer la recherche variétale, et de recommander des variétés. Des outils numériques et des marqueurs moléculaires, des modèles et des algorithmes permettent de caractériser les milieux et les réactions des variétés à ceux-ci.

L'étude variétale a pour but d'identifier les meilleures variétés: "Vom guten, das Beste » et comporte trois composantes: 1) la tâche légale, 2) la recherche variétale, qui utilise les bases de données et des algorithmes pour comprendre les stress abiotiques et la réaction des variétés.; 3) base pour la recommandation de variétés (listes recommandées). Des outils numériques sont désormais disponibles pour caractériser les facteurs limitants du milieu (caméras, drones, robots) et réaliser le phénotypage. Les objectifs du projet sont : d'adapter l'ordonnance sur les semences et plants, développer le phénotypage par des outils numériques et moléculaires. Comprendre les interactions Génotype x environnement avec des modèles, des algorithmes et des marqueurs moléculaires.

Approbation du projet

Date:	21-08-2017	Visa R GR:	pedi
Date:	31-08-2017	Visa R DR / R DC:	kewi
Date:	27-08-2017	Visa R CSR:	wimi



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Agroscope

Programme d'activité

N° de projet

PA 2018-2021

18.03.12.02.04

Désignation abrégée/acronyme du projet (max. 20 caractères)

Plant de pomme de terre

N° Domaine

12	Domaine de compétences plantes et produits d'origine végétale

N° Groupe

12.2	Variétés et techniques culturales

Chef-fe de projet/suppléant-e

Brice Dupuis / Peter Frei

Durée du projet

Début du projet

Fin du projet

4 ans	2018	2021

Projet

Total des jours de travail sans fonds tiers	2960
Contribution au CSR	3
Contribution à d'autres CSR	5

Enquête sur les besoins: contribution à la demande n°	Factsheet 2; 1.2; 1.23; 1.24; 1.45; 4.22; 5.3; 5.4; 9.20; 9.21; 18.54; 18.62; 18.189; 23.19
Le projet contient des travaux financés par des fonds tiers	☒ oui ☐ non
Le projet contient une contribution à l'agriculture biologique	☒ oui ☐ non

Titre dans la langue originale

Amélioration de la qualité des plants de pomme de terre

Plant de pomme de terre

Improvement of seed potato quality

potato, variety, cultivar, seed, tuber, diseases, control, Dickeya, Pectobacterium, Blackleg, PVY

Situation initiale et problématique

La pomme de terre est une culture sensible à de nombreuses maladies qui se transmettent via le plant. En effet, les maladies dites "vasculaires" c'est-à-dire les maladies dont l'agent pathogène a la capacité de se déplacer dans le système vasculaire de la plante, peuvent se transmettre de la plante mère aux tubercules fils. Ces maladies sont principalement d'origine bactériennes et virales. Afin de pouvoir garantir l'approvisionnement du marché en pommes de terre de qualité, le producteur doit avoir accès à un plant de qualité.

Pour garantir la qualité des plants de pommes de terre, les efforts doivent se porter sur deux axes principaux: (i) limiter la dissémination des maladies vasculaires au sein des lots de plants de pommes de terre d'une année à l'autre et (ii) contrôler la qualité des plants grâce au processus de certification.

La lutte contre la dissémination des virus (principalement le PVY) se fait par l'application d'huiles minérales mais l'efficacité de ces huiles est limitée (entre 30 et 40%). Il n'existe pas à l'heure actuelle de méthodes de lutte contre la dissémination des maladies bactériennes (principalement des genres *Dickeya* et *Pectobacterium*). Des efforts doivent donc être entrepris afin de trouver des méthodes de lutte efficaces contre ces maladies vasculaires qui altèrent la qualité du plant de pomme de terre.

La certification et le contrôle des maladies de quarantaine des plants sont des tâches légales définies par des ordonnances qui règlent les exigences de qualité des plants autorisés à la vente (916.151.1 et 916.20). Les méthodes de laboratoire utilisées pour contrôler la qualité des plants doivent être constamment adaptées à l'évolution des maladies. De plus, la traçabilité de la qualité des lots de plants doit être garantie grâce à l'actualisation des bases de données informatisées. Outre le contrôle officiel, les lots de plants de pomme de terre en Suisse doivent faire l'objet

d'un suivi qualitatif qui a pour objectif d'améliorer la qualité des productions de pommes de terre afin de répondre aux exigences du marché qui sont de plus en plus sévères.

Objectifs et questions de recherche

1. Evaluer les risques de disséminations des virus par un suivi des vols de pucerons vecteurs. Evaluation et amélioration de l'efficacité du système d'aide à la décision (courbe de pression vectorielle).
2. Développer des stratégies innovantes permettant de limiter la dissémination des maladies vasculaires (principalement les bactéries et les virus) au sein des lots de plants de pommes de terre. Ces stratégies doivent être efficaces et permettre une diminution des risques liés à l'utilisation des produits phytopharmaceutiques (contribution au "plan phyto" de l'OFAG).
3. Former des contrôleurs agréés: visiteurs de cultures et contrôleurs de la qualité commerciale des plants de pomme de terre.
4. Assurer la concordance avec les directives européennes et la norme internationale UNECE.
5. Appui aux établissements multiplicateurs suisses pour l'évaluation de la qualité des lots de plants de pommes de terre (certification et contrôle de la qualité).
6. Faire évoluer les outils d'analyse utilisés pour l'évaluation de la qualité des lots de plants de pomme de terre.
7. Analyse des échantillons de sols pour la certification des zones de production de plants de pommes de terre.

Contribution concrète au CSR n° 3 (décrire en quelques phrases la contribution concrète et les nouvelles connaissances relatives au CSR, en précisant clairement le lien thématique avec les questions de recherche formulées dans le CSR)

Question de Recherche 3: "Comment mettre à disposition de la filière de semences du matériel de multiplication végétative sains et certifiés (certification) afin de soutenir l'intensification écologique?"

- Contribution 1 - Proposer de nouvelles méthodes de lutte contre la dissémination des virus et des bactéries au sein des lots de plants de pommes de terre.
- Contribution 2 - Organisation et exécution de la certification des plants de pomme de terre en Suisse.
- Contribution 3 - Conseil et encadrement des agriculteurs, diffusion de recommandations pour les "policy makers" (OFAG, UNECE).

Contribution à max 3 autres CSR (décrire en quelques phrases la contribution concrète relative aux questions de recherche formulées dans le CSR)

au CSR n° 5 :

- Détection, identification et suivi épidémiologique des pathogènes responsables de la maladie de la jambe noire de la pomme de terre.
- Détection, identification et suivi épidémiologique des principaux virus de la pomme de terre.

Utilité principale pour l'agriculture biologique (dans le cas d'une contribution, la décrire concrètement en quelques phrases)

La certification du plant de pomme de terre est également au service de l'agriculture biologique car les plants de pommes de terre bio sont aussi soumis à ce contrôle.

La dissémination des maladies vasculaires (virus et bactéries) représente également un problème important pour l'agriculture biologique. Plusieurs nouvelles méthodes de lutte contre la dissémination des virus telles que le mulching et l'intercropping offrent des perspectives intéressantes pour l'agriculture biologique mais nécessitent des recherches plus approfondies avant de pouvoir être appliquées en pratique sur le terrain.

Matériel et méthodes (description sommaire)

Ce projet s'inscrit dans un contexte national et international. Au niveau national, ce projet est soutenu par Swissem, la filière suisse des producteurs de plants de pommes de terre. Au niveau international, ce projet s'inscrit dans trois groupes de travail: (i) le projet EUPHRESKO Dickeya-Pectobacterium, (ii) la PVYwide organization et (iii) le groupe "seed-potatoes" de l'UNECE.

Les activités prévues dans le cadre du projet sont les suivantes:

2018 :

- Tâches légales et de conseil - suivi des vols de pucerons, certification du plant, observation des défauts externes des lots de plants, formation des contrôleurs agréés et optimisation des outils analytiques (RT-PCR).
- Recherche appliquée - 2^{ème} année d'essais de lutte au champ contre la dissémination du virus Y de la pomme de terre (collaboration avec le CRA-W avec un site d'essai en Suisse et un en Belgique) et essai de lutte contre le développement de la maladie de la jambe noire, essai en serres en conditions contrôlées.
- Valorisation - diffusion des résultats de la certification lors du workshop Swissem (début décembre), publication "peer reviewed" des essais 2014-2015 de lutte contre la maladie de la jambe noire.

2019 :

- Tâches légales et de conseil - suivi des vols de pucerons, certification du plant, observation des défauts externes des lots de plants, formation des contrôleurs agréés et optimisation des outils analytiques (RT-PCR).
- Recherche appliquée - 3^{ème} année d'essais de lutte au champ contre la dissémination du virus Y de la pomme de terre (collaboration avec le CRA-W avec un site d'essai en Suisse et un en Belgique) et essai de lutte contre le développement de la maladie de la jambe noire, 2^{ème} essai en serres en conditions contrôlées.
- Valorisation - diffusion des résultats de la certification lors du workshop Swissem (début décembre) et présentation des résultats des essais de lutte contre la maladie de la jambe noire en serre lors de la conférence annuelle EUPHRESKO (novembre).
- Recherche de fonds thiers - soumission d'un projet CTI ayant pour objectif la mise sur le marché d'un produit de traitement contre la maladie de la jambe noire (partenaires potentiels: Swissem, HAFL, secteur privé phyto)

2020 :

- Tâches légales et de conseil - suivi des vols de pucerons, certification du plant, observation des défauts externes des lots de plants, formation des contrôleurs agréés et optimisation des outils analytiques (RT-PCR).
- Recherche appliquée - 1^{ère} année d'essais de lutte au champ contre le développement de la maladie de la jambe noire (projet CTI). Essais de démonstration chez les agriculteurs dans les cantons de Vaud et Fribourg pour lutter contre la dissémination du virus Y de la pomme de terre (partenaires: ASS, SGD, Swissem, Prometerre, Institut de Grangeneuve et Agridea)
- Valorisation - diffusion des résultats de la certification lors du workshop Swissem (début décembre). Publication "peer reviewed" des résultats des essais belgo-suisse de lutte contre la dissémination du virus Y de la pomme de terre et présentation des mêmes résultats à la conférence annuelle de la PVYwide organization (juin).

2021 :

- Tâches légales et de conseil - suivi des vols de pucerons, certification du plant, observation des défauts externes des lots de plants, formation des contrôleurs agréés et optimisation des outils analytiques (RT-PCR).
- Recherche appliquée - 2^{ème} année d'essais de lutte au champ contre le développement de la maladie de la jambe noire (projet CTI). Essais de démonstration chez les agriculteurs dans les cantons de Vaud et Fribourg pour lutter contre la dissémination du virus Y de la pomme de terre (partenaires: ASS, SGD, Swissem, Prometerre, Institut de Grangeneuve et Agridea)
- Valorisation - diffusion des résultats de la certification lors du workshop Swissem (début décembre). Présentation des résultats des essais au champ de lutte contre la maladie de la jambe noire lors de la conférence annuelle de la PVYwide organization (juin). Présentation des principaux résultats du projet aux "policy makers" au niveau Suisse (OFAG) et au niveau international (UNECE).

Bibliographie (toutes dernières connaissances / ne citer que quelques publications propres et étrangères scientifiques et axées sur la pratique)

- Ansermet M, Schaerer S, Kellenberger I, Tallant M, Dupuis B, 2016. Influence of seed- borne and soil- carried inocula of *Dickeya* spp. on potato plant transpiration and symptom expression. *European Journal of Plant Pathology* 145, 459-67.
- Dubois Gill E, Schaerer S, Dupuis B, 2014. Factors impacting blackleg development caused by *Dickeya* spp. in the field. *European Journal of Plant Pathology* 140, 317-27.
- Dupuis B, 2016. The movement of potato virus Y (PVY) in the vascular system of potato plants. *European Journal of Plant Pathology*.
- Dupuis B, Cadby J, Goy G, et al., 2017. Control of potato virus Y (PVY) in seed potatoes by oil spraying, straw mulching, and intercropping. *Plant Pathology*, in press.
- Dupuis B, Schwaerzel R, Derron J, 2014. Efficacy of Three Strategies Based on Insecticide, Oil and Elicitor Treatments in Controlling Aphid Populations and Potato virus Y Epidemics in Potato Fields. *Journal of Phytopathology* 162, 14-8.
- Steinger T, Gilliland H, Hebeisen T, 2014. Epidemiological analysis of risk factors for the spread of potato viruses in Switzerland. *Annals of Applied Biology* 164, 200-7.
- Steinger T, Goy G, Gilliland H, Hebeisen T, Derron J, 2015. Forecasting virus disease in seed potatoes using flight activity data of aphid vectors. *Annals of Applied Biology* 166, 410-9.

Teaser et résumé succinct du projet pour la communication/Internet
(Teaser: max. 400 caractères; résumé succinct: max. 800 caractères, espaces inclus)

La pomme de terre est sensible à de nombreuses maladies, principalement des virus et des bactéries, qui se transmettent d'année en année via le plant (tubercules semence). Afin de garantir la pérennité de cette culture, Agroscope collabore avec la filière semence pour la certification du plant de pomme de terre et développe des stratégies de lutte contre les maladies qui altèrent sa qualité.

La pomme de terre est sensible à de nombreuses maladies, principalement des virus et des bactéries, qui se transmettent d'année en année via le plant (tubercules semence). Afin de garantir la pérennité de cette culture, Agroscope collabore avec la filière semence pour la certification du plant de pomme de terre et développe des stratégies de lutte contre les maladies qui altèrent sa qualité. La certification et le contrôle des maladies de quarantaine des plants sont des tâches légales définies par des ordonnances qui règlent les exigences de qualité des plants autorisés à la vente. Les essais d'Agroscope visent à contrôler principalement deux maladies qui affectent les cultures de plants de pomme de terre, le virus Y (PVY) et les bactéries pectinolytiques (*Pectobacterium* et *Dickeya*).

Approbation du projet			
Date:	22-08-2017	Visa R GR:	pedi
Date:	31-08-2017	Visa R DR / R DC:	kewi
Date:	27-09-2017	Visa R CSR:	wimi



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Agroscope

Programme d'activité

N° de projet

PA 2018-2021

18.03.12.02.05

Désignation abrégée/acronyme du projet (max. 20 caractères)

Cereal crops

N° Domaine

12	Domaine de compétences plantes et produits d'origine végétale

N° Groupe

12.2	Variétés et techniques culturales

Chef-fe de projet/suppléant-e

Lilia Levy / Numa Courvoisier

Durée du projet

Début du projet

Fin du projet

4 ans	2018	2021

Projet

Total des jours de travail sans fonds tiers	2796
Contribution au CSR	3
Contribution à d'autres CSR	2 (17)

Enquête sur les besoins: contribution à la demande n°	Factsheet 1.1; 1.2, 1.3, 1.4, 1.28, 1.31, 1.32, 1.33, 2.74, 3.21, 13.1, 13.196, 18.4, 18.55, 18.56, 18.61, 18.71, 18.72, 18.75, 18.77, 18.82, 18.84, 18.92, 18.94, 18.102, 28.99
Le projet contient des travaux financés par des fonds tiers	☒ oui ☐ non
Le projet contient une contribution à l'agriculture biologique	☒ oui ☐ non

Titre dans la langue originale

Pour des variétés de Céréales performantes, résilientes et répondant aux demandes du marché

Recherche variétale et techniques de production des céréales à paille

Cereal varieties with high performance, resilient crops: varieties, crop management, research and development

variety testing, crop management, environmental impact, Genotype x Environment x Management interactions, wheat, triticale, barley, oat, rye, spelt

Situation initiale et problématique

Les performances des grandes cultures reposent en grande partie sur le choix de variétés adaptées aux conditions environnementales et aux exigences du marché. Dans le cadre de l'étude variétale, Agroscope étudie les variétés de blé, orge, triticale, épeautre, seigle et avoine. Elle évalue la valeur agronomique et technologique (VAT) des nouvelles variétés proposées à l'inscription au catalogue national (CN) et identifie les variétés qui ont le potentiel de figurer sur les listes recommandées (LR) des interprofessions. Au cours des dernières années, de nouvelles exigences de qualité intrinsèque sont apparues et la mise au point de paramètres supplémentaires, descripteurs de la qualité, est nécessaire. Pour l'épeautre, par exemple, le marché s'est ouvert à l'utilisation de types croisés épeautre-blé. Ces derniers étant plus productifs avec une qualité différente, les exigences de l'ordonnance se doivent d'être adaptées pour être en adéquation avec les réalités des producteurs et transformateurs. D'autre part, la filière céréalière innove et cherche l'appui d'Agroscope pour se développer dans les marchés en expansion, à l'exemple de céréales brassicoles. Dans le domaine des cultures "super-food", on demande à Agroscope de contribuer à la mise au point de techniques de production du quinoa et de l'amarante pour les agriculteurs suisses.

Les cultures sont soumises d'une part aux changements climatiques (ex. déficit hydrique en été, manque de rayonnement au printemps), d'autre part aux restrictions liées aux normes (ex. de fumure azotée), aux labels (ex. bio) et au

fluctuations du marché. La variété interagit avec de nombreux facteurs pédo-climatiques ainsi qu'avec les techniques de production. Les essais réalisés pour l'étude variétale des céréales sont ainsi une source de données importante pour mieux comprendre la performance des variétés, notamment dans des conditions limitantes, mais aussi pour optimiser des itinéraires culturaux. Cette base de données doit par contre être complétée par des essais plus spécifiques, dites de techniques culturales, qui permettent d'isoler certains facteurs pour répondre à des questions complexes et précises. Ces essais de techniques culturales peuvent comporter par exemple des apports différenciés de fumure azotée. Ces essais permettent aussi de répondre à des questionnements liés à la pratique agronomique, comme les effets des mélanges des cultures céréalières avec des cultures légumineuses. L'impact de l'environnement peut être mieux compris avec des examens spécifiques des effets de l'irrigation, où une meilleure connaissance de l'importance du rayonnement à certaines étapes clés du développement de la plante. Ainsi, des synergies entre les deux types d'activités, en étude variétale et techniques culturales, peuvent être utilisées pour améliorer la performance de ces cultures pour l'agriculture suisse.

Objectifs et questions de recherche

- Tester la valeur agronomique et technologique des variétés de différentes espèces de céréale pour l'inscription au Catalogue National. Cibler les variétés les plus intéressantes et les décrire pour les Listes Recommandées.
- Développer un système d'appréciation des variétés d'épeautre type croisement épeautre-blé et proposer une adaptation de l'ordonnance sur les semences et plants.
- Soutenir la filière dans différents projets, à l'exemple du développement de la "Plate-forme brassicole", un marché en expansion, ou encore par l'évaluation de l'adaptabilité des variétés de blé à un semis tardif (lors d'un automne difficile dû aux changements climatiques).
- Trouver des solutions pour une production céréalière de qualité dans des conditions de fertilité limitantes

Contribution concrète au CSR n° 3 (décrire en quelques phrases la contribution concrète et les nouvelles connaissances relatives au CSR, en précisant clairement le lien thématique avec les questions de recherche formulées dans le CSR)

La recherche variétale (étude variétale), par l'identification des meilleures variétés, est une étape (post sélection) essentielle qui contribue au développement et à la diffusion de nouvelles variétés de plantes cultivées (question 1). Par la définition et l'ajustement des différents critères agronomiques ainsi que des descripteurs de qualité la recherche variétale permet de caractériser scientifiquement les nouvelles variétés des espèces de céréales (question 2) qui soient adaptées aux exigences actuelles et futures qu'elle soient environnementales, agronomique et économiques. Des cultures mineures du type quinoa ou amarante vont être étudiées (question 5).

Contribution à max 3 autres CSR (décrire en quelques phrases la contribution concrète relative aux questions de recherche formulées dans le CSR)

au CSR n° 2 : Evaluation des variétés en conditions peu favorables (sans protection fongicide, apport modéré d'éléments nutritifs, divers stress abiotiques) pour évaluer leur contribution dans des systèmes de production extensifs.

au CSR n° 17 : Des études axées notamment sur les effets de différents stress climatiques permettront d'apporter des connaissances utiles pour les sélectionneurs ainsi que pour les préconisations variétales futures (tolérance variétale contrastée aux facteurs limitants du milieu).

Utilité principale pour l'agriculture biologique (dans le cas d'une contribution, la décrire concrètement en quelques phrases)

L'étude variétale des cultures majeures est effectuée dans différentes conditions (PER, Extensio, Bio => notamment pour le blé d'automne). Des comparaisons sont possibles pour les variétés qui sont testées dans les trois conditions.

Matériel et méthodes (description sommaire)

Des essais de recherche variétale sont conduits pour le blé d'automne et de printemps, l'orge d'automne et de printemps, le triticale d'automne et de printemps, l'épeautre d'automne, l'avoine de printemps et le seigle d'automne. Les essais sont conduits sur un nombre variable de sites, dépendant de l'importance de la culture en Suisse. Les espèces mineures sont étudiées en régime séquentiel.

Les plantes sont cultivées pendant deux ans, décrites, observées et mesurées pour les caractériser par rapport à leur valeur agronomique et technologique. Des analyses de qualité sont réalisées en fonction des exigences de l'ordonnance (sur les semences et plants 916.151.1) et les besoins du marché suivant l'utilisation de la culture. Pour le blé, par exemple, l'espèce la plus complexe, une connaissance approfondie de la qualité de la farine boulangère est nécessaire. Des examens permettent donc de déterminer l'aptitude rhéologique et à la panification d'une variété. L'ensemble des résultats permettra de juger une variété pour une éventuelle inscription dans le Catalogue National et/ou dans les Listes Recommandées. Les données servent également de base pour maintenir l'ordonnance à jour ou la faire évoluer selon les innovations ayant eu lieu.

Dans le cadre des "super-food", diverses variétés de Quinoa et Amaranthe seront testées en différentes densités et dates de semis, et décrites d'un point de vu phénologique et agronomique, mais aussi par rapport à leur adaptation au cultive en Suisse.

Des essais de blé simulant une limitation du rayonnement, une fertilisation azotée différenciée et des date de semis tardives permettent de compléter les données pour une recommandation adaptée.

Bibliographie (toutes dernières connaissances / ne citer que quelques publications propres et étrangères scientifiques et axées sur la pratique)

- Courvoisier N., Levy Häner L., Bertossa M., Thévoz E., Anders M., Stoll P., Weisflog Th., Dugon J., Graf B., Hofer M., 2017. Liste der empfohlenen Getreidesorten für die Ernte 2018. Agrarforschung Schweiz 7(6 - supplement): 1-8
- Courvoisier N., Weisflog Th., 2017. Une très bonne année pour les orges d'automne. Communiqué de presse du 3.08.2017.
- Levy L., Courvoisier N., Rechsteiner S., Herrera J., Brabant C., Hund A., Weisflog Th., Dierauer H., Pellet D. 2017. Blé d'automne: bilan de 15 ans d'étude variétale en mode extensif. Recherche Agronomique Suisse 8 (7-8): 300-309.
- Levy Häner L., Brabant C., 2016. Die Kunst, den Stickstoffdünger für einen optimalen Ertrag und Proteingehalt von Weizen aufzuteilen. Agrarforschung Schweiz 7 (2): 80-87.
- Levy Häner L., Courvoisier N., Herrera J., Brabant C., Pellet D., 2016. Potentiel de protéines de variétés de blé d'automne. Recherche Agronomique Suisse 7 (9): 364-371.
- Bhattaa M., Eskridge K.M., Rosec D.J., Santrad D.K., Baenzigera P.S., Regassa T., 2017. Seeding Rate, Genotype, and Topdressed Nitrogen Effects on Yield and Agronomic Characteristics of Winter Wheat. Crop Science 57: 951-963.

**Teaser et résumé succinct du projet pour la communication/Internet
(Teaser: max. 400 caractères; résumé succinct: max. 800 caractères, espaces inclus)**

Que ce soit le blé, l'épeautre, l'orge, le seigle, l'avoine ou le triticale, l'étude variétale a pour objectif d'identifier des variétés adaptées à nos conditions de sol et aux aléas climatiques, tout en étant résistantes aux maladies, répondant aux nombreux critères de qualité demandés par le marché. Par des essais complémentaires, simulant les influences du milieu et de différentes approches agronomiques, des recommandations plus précises peuvent être données.

Agroscope étudie diverses espèces de céréales à paille, notamment le blé, l'épeautre, l'orge, le seigle, l'avoine et le triticale. Par la recherche variétale, Agroscope assure l'expérimentation requise pour les inscriptions au catalogue national suisse, applique les exigences précisées dans l'ordonnance (OFAG) et contribue à l'établissement des listes recommandées (swiss granum et FiBL). Elle développe de nouveaux descripteurs adaptés aux créneaux de la filière et demandés par l'interprofession, tels que l'estimation du rendement en paille des variétés.

Agroscope étudie l'impact pédo-climatique, du génotype et des techniques culturales sur différents paramètres de la qualité, notamment la teneur en protéines des blés. Des essais simulant un rayonnement réduit pendant la formation du grain, ou différentes modulations de l'application de la fumure azotée ou bien encore des conditions de semis tardives permettent de donner des recommandations plus adaptées à l'agriculture suisse.

Approbation du projet

Date:	21-08-2017	Visa R GR:	pedi
Date:	31-08-2017	Visa R DR / R DC:	kewi
Date:	27-09-2017	Visa R CSR:	wimi



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.03.12.02.06

Kurzbegriff/Projektakronym (max. 20 Zeichen)

Mais und maisähnliche Pflanzen

Nr. Bereich.

12

Pflanzen und pflanzliche Produkte

Nr. Gruppe

12.2

Sorten und Anbautechnik

Projektleitung/Stellvertretung

Jürg Hiltbrunner / N.N.

Projektdauer

4 Jahre

Projektstart

2018

Projektende

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	2556
Beitrag zu SFF	3
Beitrag zu weitem SFF	2, 17

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	Factsheet 1; 1.14; 1.26; 1.27; 2.1; 2.57; 2.112; 9.17; 13.1; 13.196; 18.4; 18.56; 18.77; 18.82; 18.87; 20.34; 25.3; 28.71; 28.99
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Mais und maisähnliche Pflanzen

Sorten und Anbautechnik bei Mais und maisähnlichen Pflanzen

Variety testing and crop management in maize and maize relatives

silage maize, grain maize, variety trials, genotypes, climate change, fertilisation, crop management

Ausgangslage und Problemstellung

Gemäss Saat- und Pflanzgutverordnung des EVD vom 7.12.1998 führt Agroscope die Sortenprüfung bei Mais im Auftrag des Dienstes für Saat- und Pflanzgut des Bundesamtes für Landwirtschaft (BLW) durch. Die Ergebnisse der Sortenprüfung bilden die Grundlage für die Aufnahme neuer Sorten in den nationalen Sortenkatalog (NSK) und für die Aufnahme in die Liste der empfohlenen Sorten (LES). Die Versuche werden in der Deutsch- und Westschweiz sowie mit sehr späten Sorten auch in der Südschweiz durchgeführt.

Um die am Besten an die aktuellen Anbaubedingungen angepassten Maissorten den Landwirten empfehlen zu können, werden auch die Qualitätseigenschaften von Silo- und Körnermais im Labor untersucht.

Aufgrund sich ändernder klimatischer Bedingungen (Bsp. Sommertrockenheit, intensive Niederschläge, zunehmender Schädlings- und Krankheitsdruck) sowie der Endlichkeit von Ressourcen (Bsp. P, N) und der Diskussion bezüglich Einsatz von Pflanzenschutzmitteln sind alternative Futterpflanzen (Bsp. Hirsenarten) für die Nutzung auf Ackerflächen zu prüfen und die Anbausysteme bezüglich Nachhaltigkeit weiter zu entwickeln (strip till, reduzierte Bodenbearbeitung), damit unter den verschiedenen Produktionsformen (Bio, ÖLN) ökonomisch und ökologisch interessante Systeme in der Zukunft zur Verfügung stehen.

Ziele und Forschungsfragen

1. Aus der Vielfalt des nationalen und internationalen Angebotes von Maissorten werden diejenigen ermittelt, die sich unter schweizerischen Anbaubedingungen in agronomischer, qualitativer und ökonomischer Hinsicht für die Nutzung als Körner- und/oder Silomais in integrierten und biologischen Anbausystemen eignen.
> Beschreibung der geeigneten Sorten in Sortenlisten der Branche mit einer Abgabe von Sortenempfehlungen.

2. Weiterentwicklung des Maisanbaus in der Schweiz mit anbautechnischen Versuchen (Pflanzenschutz, Anbausysteme, Düngung, smart farming), Anpassung der Methode für die Maissortenprüfung gemäss den Bedürfnissen der Produzenten und der Branche sowie Prüfung von Maisalternativen. Realisierung dieser Aktivitäten je nach Fragestellung in nationalen oder internationalen Konsortien (IMIR, Bio-Versuche) unter Berücksichtigung von Agroklimazonen.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 3 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Aufgrund der ändernden Umwelt- und Anbaubedingungen sowie der kontinuierlichen Entwicklung neuer Sorten ist es relevant, die verfügbaren Sorten laufend mittels Feldversuchen zu prüfen. Damit wird die Nutzung des Züchtungsfortschritts sichergestellt sowie die Bereitstellung von inländisch produzierten Rohstoffen mit guter Qualität (ohne Toxine) und einem möglichst geringen Einsatz von Pestiziden für die Human- und Tierernährung garantiert. Dabei wird auch die Effizienz (Verhältnis Input:Output) berücksichtigt um möglichst nachhaltige Anbausysteme mitzuentwickeln.

Prüfen von alternativen Pflanzen für Regionen, in denen Mais ökologisch/ökonomisch nicht (mehr) anbauwürdig ist.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 2: Mais ist ein Fruchtfolgeglied. Aus diesem Grund ist Mais auch im Zusammenhang mit der nachhaltigen Nutzung der verfügbaren Ressourcen als Vor- beziehungsweise nachfolgende Kultur zu bewerten und Massnahmen für die nachhaltige Nutzung abzuleiten.

zu SFF Nr. 17: Obwohl Mais als C4-Pflanze bereits in warmen und trockenen Lagen einen Vorteil im Vergleich zu C3-Pflanzen hat, ist es wichtig, Sorten zu selektieren, die besser mit wenig Wasser oder Stress in bestimmten Stadien umgehen können. Maisähnliche Pflanzen wie Sorghum oder andere Hirsearten könnten diesbezüglich weitere Vorteile im Zusammenhang mit der Anpassung des Schweizer Ackerbaus an sich ändernde klimatische Bedingungen bieten und sind deshalb zu bearbeiten.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Erkenntnisse über die Reaktion von neuen Silo- und Körnermaissorten (Hybriden, Populationen) unter verschiedenen Anbaubedingungen können sowohl für Betriebe des ÖLN wie auch für den Biolandbau genutzt werden.

Material und Methoden (grob skizziert)

Es werden separate Anbauversuche für Körner- und Silomais sowie mit maisähnlichen Pflanzen (z.B. Rispenhirse, Sorghumarten) nördlich und südlich der Alpen durchgeführt. Für Mais werden pro Nutzungsrichtung jährlich ca. 80 Sorten der verschiedenen Prüfstufen angebaut. Laboruntersuchungen über den Anteil der gesättigten und ungesättigten Fettsäuren bei Körnermais (PUI) und den Anteil an verdaulicher organischer Substanz bei Silomais bilden die Basis für die Qualitätsbewertung. Damit eine objektive Beurteilung gewährleistet ist, werden die Sorten für die Prüfung zu Gruppen mit ähnlicher Frühreife zusammengefasst. In total 50-60 Parzellenversuchen pro Jahr werden die Leistungen neuer Sorten im Vergleich zu bereits bekannten Standardsorten ermittelt. Nach Abschluss der zweijährigen Prüfung werden die am besten geeigneten Sorten dem BLW für die Aufnahme in den NSK (sofern für die Eintragung in diesen angemeldet) oder aber der technischen Kommission von swiss granum für die Aufnahme in die durch die Branchenorganisation erstellte Liste der empfohlenen Sorten (LES) vorgeschlagen.

Grundlage für die Versuchsdurchführung ist der Anhang 2 der Saat- und Pflanzgutverordnung (Saat- und Pflanzgut-Verordnung des WBF) 916.151.1 vom 7. Dezember 1998.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Hiltbrunner, J., Buchmann U., Vogelgsang S., Gutzwiller A., Ramseier H. 2012. Körnersorghum – eine in der Schweiz noch unbekannte, interessante Ackerkultur. Agrarforschung Schweiz 3 (11–12): 524–531.
- Baux A. 2013. 20 ans d'étude variétale du maïs ensilage en Suisse. Recherche Agronomique Suisse 4 (7-8) : 330-337.
- Holzkaemper, A., Fossati, D., Hiltbrunner, J., Fuhrer J. 2015. Spatial and temporal trends in agro-climatic limitations to production potentials for grain maize and winter wheat in Switzerland. Regional Environmental Change 15 (1), 109-122.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Aus der Vielfalt des internationalen Angebotes an Maissorten ermittelt Agroscope diejenigen, die sich unter unseren Anbaubedingungen in ökologischer, ökonomischer und qualitativer Hinsicht für die Nutzung in integrierten Anbausystemen besonders eignen. Diese Entscheidung basiert auf Erhebungen im Feld aber auch anhand von Qualitätsuntersuchungen am Erntegut. Aufgrund sich ändernder (Umwelt)Bedingungen untersucht Agroscope auch andere maisähnliche Pflanzen auf ihre Anbauwürdigkeit in der Schweiz.

Aus der Vielfalt des internationalen Angebotes an Maissorten ermittelt Agroscope diejenigen, die sich unter Schweizer Anbaubedingungen in ökologischer, ökonomischer und qualitativer Hinsicht für die Nutzung in integrierten Anbausystemen besonders eignen. Als Grundlage für die Versuchsdurchführung dient der Anhang 2 der Saat- und Pflanzgutverordnung des WBF. Agroscope teilt die Resultate jährlich in geeigneter Form dem Auftraggeber (BLW) sowie den Partnern und Kunden in Praxis, Beratung und Wissenschaft mit. Agroscope aktualisiert die Listen mit den empfohlenen Maissorten jährlich mit anschliessender gemeinsamer Veröffentlichung mit der Branche (swiss granum) und Agridea.

Des Weiteren untersucht Agroscope maisähnliche Pflanzen aufgrund sich ändernder (Umwelt-)Bedingungen auf ihre Anbauwürdigkeit in der Schweiz.

Genehmigung des Projektes

Datum: 21.08.2017	Visum FGL: pedi
Datum: 31.08.2017	Visum FBL / KBL: kewi
Datum: 27.09.2017	Visum V SFF: wimi



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.03.12.06.04

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Sortenprüfung_Obst

Nr. Bereich.

12 KB Pflanzen und pflanzliche Produkte

Nr. Gruppe

12.6 FG Extension Obstbau
15.4 FG Production fruitière en région alpine

Projektleitung/Stellvertretung

Sarah Perren / Danilo Christen

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre 2018 2021

Projekt

Total Arbeits-tage ohne Drittmittel	1124
Beitrag zu SFF	3
Beitrag zu weitem SFF	2, 5, 10, 13

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	3.71, 6.14, 13.38, 13.46, 13.57, 13.70, 13.71, 18.4, 18.76, 18.80, 18.81, 18.118, 27.4, 27.7, 27.11, 27.14
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Prüfung qualitativ hochwertiger, leistungsfähiger und robuster neuer Kern- und Steinobstsorten für einen umweltschonenden, innovativen und wirtschaftlichen Schweizer Obstbau

Sortenprüfung Kern- und Steinobst

Testing of high-quality, highly productive and robust new pome and stone fruit varieties for an environmentally friendly, innovative and economical Swiss fruit production

fruit variety testing, stone and pome fruits, cultivars, field phenotyping, fruit quality, disease resistance, yield

Ausgangslage und Problemstellung

Die Schweizer Obstbranche ist gefordert, sich mit herausragender Fruchtqualität und durch umweltschonende, innovative und wirtschaftliche Produktionsverfahren zu profilieren. Die steigende Konkurrenz durch diverse Produkte, wie zum Beispiel exotische Früchte oder Sommerfrüchte, geben dem Verkaufsargument „Schweizer Obst“ neue Dringlichkeit. Erfolgsentscheidend für die geforderte perfekte äussere und innere Fruchtqualität ist neben optimalen Kulturmassnahmen auch die Sortenwahl.

Derzeit dominieren im Schweizer Kern- und Steinobstanbau einige wenige Hauptsorten den Anbau und Markt. In den vergangenen Jahren drängten zusätzlich neue Kern- und Steinobstsorten in den Anbau und Handel, davon auch einige sogenannte Club- oder Premiumsorten. Die Produzenten verfügen oftmals über wenig bis keine unabhängigen Informationen zu den Vor- und Nachteilen dieser neuen Sorten. Darüber hinaus sind die Züchtungsziele bzw. die Prüfergebnisse der ausländischen Institute oftmals nicht deckungsgleich mit den Bedürfnissen des Schweizer Obstbaus. Sorten, welche teilweise im Ausland positiv beurteilt werden, können im Schweizer Anbau plötzlich Probleme aufweisen (Bsp. Moniliaanfälligkeit kanadischer Kirschenzüchtungen, zu starker Fruchtbehang deutscher Zwetschgenselektionen, schwache Deckfarbe bei rotbackigen Birnen und Aprikosen und Feuerbrandanfälligkeit neuseeländischer Apfelsorten). Weitere Gründe für die wesentlichen Unterschiede in der Sortenbeurteilung sind lokale Marktstrukturen (z.B. Anzahl

Sorten im Sortiment, Anteil Bioanbau, Anteil Direktvermarktung ...), Standortbedingungen wie etwa Klima oder Bodenqualitäten (z.B. „low chilling“ Sorten, „Pseudomonas“-Boden ...) und angepasste Kulturverfahren (z.B. Pflanzdichte). Die Frucht- und Baumeigenschaften einer neuen Sorte müssen den Erfordernissen von Produktion, Handel und Konsumenten entsprechen und einen Mehrwert gegenüber den marktgängigen Sorten aufweisen. Um Vorteile (beispielsweise eine verbesserte Fruchtqualität, bessere und regelmässige Erträge oder krankheitsrobustere Bäume) und Risiken (beispielsweise ungenügende Lagereigenschaften, inhomogene Ausfärbung und Grösse) einer neuen Obstsorte für den Anbau und Konsum in der Schweiz einschätzen zu können, sind unabhängige und verlässliche Ergebnisse bezüglich Anbaupotential, Qualität, Resilienz, Lagereigenschaften und Akzeptanz beim Konsumenten unerlässlich. Eine neutrale Sortenprüfung und die Veröffentlichung der Informationen zu neuen Sorten sind eine zentrale Aufgabe von Agroscope für die Konkurrenzfähigkeit der Schweizer Obstbranche und dienen als wichtige Entscheidungshilfe für langfristige Investitionen von Produktion und Handel.

Ziele und Forschungsfragen

Die Obstsortenprüfung von Agroscope hat das Ziel, neue Sorten aus dem In- und Ausland zu ermitteln, welche unter Schweizer Bedingungen gegenüber den marktgängigen Sorten einen wesentlichen Mehrwert aufweisen. Sie legt den Fokus auf qualitativ hervorragende, krankheitsresistente oder -robuste Sorten, welche sich für die Produktion, den Handel und den Konsum in der Schweiz eignen.

1. Sortenprüfung Äpfel und Birnen (TPL S. Perren):

- Neue in- und ausländische Apfel- und Birnensorten werden auf ihren Anbauwert (Krankheitsrobustheit, Produktivität ...), ihre Fruchtqualität, ihr Nachernteverhalten (18.02.12.9.02 & 18.02.15.4.03) sowie ihre Konsumentenakzeptanz (18.10.12.9.01) geprüft.
- In vertiefenden Sortenanbauversuchen werden spezifische Sortenfragen (beispielsweise Reifeverlauf, Fruchtberostung ...) agronomisch, qualitativ und ökonomisch (18.13.12.6.03) genauer untersucht. Die Sorten werden für die Nutzung in verschiedenen klimatischen Regionen und unterschiedlichen Böden der Schweiz geprüft.
- Ausgewählte, international diskutierte Apfelunterlagen werden für ihre Anbaueignung in der Schweiz evaluiert (18.02.15.4.02). Die Erkenntnisse bezüglich Robustheit gegenüber Feuerbrand und Krebs, Anbau, Ertrag etc., sollen das Potential für eine resiliente Produktion in der Schweiz aufzeigen.

2. Sortenprüfung Kirschen und Zwetschgen (TPL S. Schweizer):

- Es werden qualitativ gute Sorten gesucht (Zuckergehalt, Festigkeit, ...) mit guten Erträgen und positiven Eigenschaften bezüglich Robustheit, Anbau, Befruchtung, Ernte, Druckempfindlichkeit, Lagerfähigkeit und Shelflife (18.02.12.9.02 & 18.02.15.4.03) die sich für Produktion und Handel in der Schweiz eignen.
- Neue Sorten sollen die Lücken in der Erntezeitstaffelung schliessen und eine ökonomische Produktion erlauben. Insbesondere im frühen Segment fehlen Sorten mit befriedigender Fruchtqualität, was den Marktauftritt der Schweizer Kirsche Anfangs der Saison ungünstig prägt.
- Der exakte Erntezeitpunkt ist bei Kirsche und Zwetschge ein wesentlicher qualitätsrelevanter Faktor für die inneren Fruchteigenschaften aber auch für die Transport- und Lagerfähigkeit (Zielkonflikt). Er ist sortentypisch, jedoch meist schlecht untersucht und wird bei der Sortentestung mitberücksichtigt.
- International diskutierte Unterlagen sowie neue Sharka-hypersensible Unterlagen werden auf ihre Anbaueignung in der Schweiz evaluiert. Erarbeitung von Informationen zur Anbaueignung und bezüglich Praxiseignung einer Unterlage.

3. Sortenprüfung Aprikosen (TPL D. Christen):

- Neue internationale Aprikosensorten werden auf ihren Anbauwert (Krankheitsrobustheit, Produktivität, Standortangepasstheit, ...), ihre Fruchtqualität sowie ihr Nachernteverhalten (18.02.12.9.02 & 18.02.15.4.03) geprüft.

4. Wissenstransfer (TPL S. Perren):

- Unabhängige Informationen zu vielversprechenden Sortenneuheiten werden für die Praxis und Beratung als Entscheidungshilfen zur Verfügung gestellt.
- Regelmässige Aktualisierung der Webseiten www.obstsorten.ch und [www. Agroscope.admin.ch/obstsortenundunterlagen](http://www.Agroscope.admin.ch/obstsortenundunterlagen).
- Organisation und Durchführung von Führungen, Sortentagungen und Vorträgen für verschiedenen Stakeholder.

5. Nationales und internationales Sortennetzwerk (TPL S. Schweizer):

- Aufbau eines Schweizerischen Sortennetzwerkes in Zusammenarbeit mit den Kantonen.
Datenaustausch (alle Obstsorten) im Rahmen von nationalen und internationalen Partnerschaften (z. B. Fachkommission Obstsortenprüfung Untergruppe Aprikosen und Untergruppe Kernobst, „Ideenwerkstatt Kirschen und Zwetschgen“, Produktzentren Tafelkernobst und Kirsche/Zwetschge, Fachkommission Kernobst im Arbeitskreis Züchtung, Arbeitskreis Steinobst der Fachgruppe Obstbau, EUFRIN Arbeitsgruppe Apfel- und Birnensortenprüfung und Kernobstunterlagen, verschiedenen Züchtern und Sortenprüfern aus dem Ausland, ...) und nationaler und internationaler Vergleich der Resultate.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 3 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

- Die Sortenprüfung prüft neue nationale und internationale Obstsorten auf ihre Anbaueignung (Fruchtqualität, Produktivität und Robustheit) an verschiedenen Standorten in der Schweiz. Diese Prüfung, über mehrere Jahre und unter unterschiedlichen klimatischen Bedingungen, ergibt ein unabhängiges Gesamtbild einer Sorte und zeigt deren Potential für eine ökologische Intensivierung und eine resiliente Obstproduktion.
- Die Sortenprüfung antizipiert gemeinsam mit den Stakeholdern die Trends und Anforderungen an neue Sorten. Die Sortenneuheiten aus der züchterischen Entwicklung werden entsprechend ausgewählt. Qualitätsprobleme bzw. Marktnachteile einer neuen Sorte können an allen Punkten der Wertschöpfungskette entstehen. Die Sortenprüfung ist mit der gesamten Wertschöpfungskette, von der Baumschule bis zum Konsumenten, in Kontakt und kann so bestmöglich auf die unterschiedlichsten Anforderungen der gesamten Kette eingehen.
- Die Sortenprüfung erarbeitet unabhängige Informationen zu vielversprechenden Sortenneuheiten für die Praxis und Beratung. Diese dienen als Entscheidungshilfen und tragen zu einer ressourceneffizienten und wettbewerbsfähigen Produktion bei.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 10: Förderung der Qualität, Differenzierung und Wettbewerbsfähigkeit Schweizer Obstprodukte, sowie Stärkung der Obstwertschöpfungskette durch Anbau von ideal an Schweizer Produktionsbedingungen angepasste Sorten.

zu SFF Nr. 5: Herausforderungen aus dem Bereich Reduktion Pflanzenschutzmitteleinsatz, Rückstandsfreiheit der Produkte, krankheitsrobuste Sorten, etc. werden in der Obstsortenprüfung explizit und vertieft untersucht und tragen zu einer konkurrenzfähigen und nachhaltigen Obstproduktion bei.

zu SFF Nr. 2: Die Prüfung von an Schweizer Standorte, Erziehungsformen und Anbaumethoden angepasste Obstsorten und Unterlagen ist ein wichtiger Bestandteil für die Entwicklung von innovativen Obstproduktionssystemen, welche eine wettbewerbsfähige Produktion von qualitativ hochwertigen Früchten erlauben.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Die Prüfung qualitativ hochwertiger, leistungsfähiger Sorten mit Robustheit gegen Krankheiten (Blütenmonilia Aprikosen und Kirschen, Feuerbrand Kernobst, Lagerfäulen Äpfel, ...) ist für den Biolandbau mindestens ebenso relevant und trägt auch hier zu einer ressourceneffizienten und wettbewerbsfähigen Produktion bei.

Material und Methoden (grob skizziert)

- Die Sortenneuheiten werden im Rahmen von den mit den Züchtern vereinbarten Experimentierverträgen unter verschiedenen Bedingung (Klima, Boden und Erziehungssystem) an verschiedenen Standorten in der Schweiz (Steinobstzentrum Breitenhof in Wintersingen (Kirschen und Zwetschgen), Versuchs- und Lehrbetrieb in Güttingen (Birken und Äpfel), Versuchsbetriebe in Wädenswil und Conthey (Äpfel, Aprikosen und Birnen), Obstbaubetrieb Strickhof in Wülflingen (Äpfel) sowie auf weiteren Praxisbetrieben) im Vergleich mit den artspezifischen Standardsorten geprüft.
- Neue Obstsorten werden auf ihren Anbau- und Marktwert geprüft:
 - o **Apfel und Birnen:** Reifezeitpunkt (inkl. Blühzeitpunkt, Ertragsleistung, Krankheitsanfälligkeit (Schorf, Mehltau, Obstbaumkrebs, Monilia Lagerkrankheiten, Feuerbrand (inkl. Trieb- und Blütenessays im Gewächshaus und Freiland), Marssonina ...) sowie tierische Schädlinge), Wuchsverhalten (Form, Stärke, Behang, Vorerntefruchtfall ...) innere und äussere Fruchtqualität (Fruchtgrösse & Form, Ausfärbung, Festigkeit, Zucker- & Säuregehalt ...), ihr Nachernteverhalten (Druckstellen, Gewichtsverlust, physiologische Schäden ...) sowie ihre Konsumentenakzeptanz (Knackigkeit, Saftigkeit ...) und bei Bedarf weitere Parameter.
 - o **Kirschen und Zwetschgen:** Reifezeitpunkt (Blühzeitpunkt), Behangsstärke (inkl. Verlust durch aufgeplatzte Früchte, Fruchtmonilia, Vogelfrass ...), Pflückbarkeit, innere und äussere Fruchtqualität (Homogenität, Fruchtform, Stiellänge, Fruchtgewicht, Durchmesser, Farbe, Festigkeit, Zucker- und Säuregehalt, Knackigkeit, Saftigkeit), Steinlösbarkeit, Wuchsverhalten (Stammumfang, Form, Pseudomonasanfälligkeit) und bei Bedarf weitere Parameter.
 - o **Aprikosen:** Reifezeitpunkt (Blühzeitpunkt), Ertragsleistung, innere und äussere Fruchtqualität (Homogenität, Fruchtform, Fruchtgewicht, Durchmesser, Farbe, Festigkeit, Zucker- und Säuregehalt, Textureigenschaften), Steinlösbarkeit, Wuchsverhalten (Stammumfang, Form, Moniliaanfälligkeit, Pseudomonasanfälligkeit, ESFY-Anfälligkeit,) und bei Bedarf weitere Parameter.
- Die Erhebungen und Messungen werden für alle Obstsorten nach der im Rahmen von EUFRIN (European Fruit Research Institutes Network) vereinbarten Deskriptorenlisten durchgeführt (Bsp. Apfel: http://eufirin.org/fileadmin/user_upload/WG_-_Apple_and_pear/EUFRIN_descriptor_list_apple.pdf).

- In vertiefenden Apfel- und Birnensortenbauversuchen auf den Versuchsbetrieben Güttingen, Conthey und in Praxisanlagen werden spezifische Sortenfragen (beispielsweise Reifeverlauf, Fruchtberostung, Druckempfindlichkeit, Fröhsorten, Wuchsstärke, Lagerfähigkeit ...) agronomisch, qualitativ und ökonomisch genauer untersucht.
- Krankheitsrobuste Apfelsorten (insbesondere Robustheit gegen Schorf und Echten Mehltau) werden langfristig in zwei unterschiedlichen Pflanzenschutzverfahren (IP und Low-Input (siehe auch Projekt: pilzliche Obstkrankheiten) auf ihr Anbauverhalten unter diesen Bedingungen geprüft.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Perren S., Schöneberg A., Inderbitzin J., Kellerhals M. und Schmid M.: Neue Apfelsorten mit Mehrwert, Schweizer Z. Obst- und Weinbau, 3, 8–13, 2017.
- Walch B., Schöneberg A. und Perren S.: Apfelunterlagen im Test – Alternativen zu M9, Schweizer Z. Obst- und Weinbau, 6, 8–12, 2017.
- Mühlenz I. und Schwizer T.: Sorten- und Unterlagenbewertung Kirschen und Zwetschgen, Agroscope Transfer, 103, 1-60, 2016.
- Christen D., Rossier J.: Aprikosen Sortenprüfung, Agroscope Transfer, 135, 1-4, 2016.
- Hollenstein R.: Sortenwahl im Mostapfelanbau, Früchte und Gemüse, 11, 16-17, 2015.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet

(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Die Sortenprüfung von Agroscope testet neue Sorten aus aller Welt. Ziel ist es, ihre Anbaueignung, ihre Leistungsfähigkeit und ihre Markttauglichkeit zu prüfen und Sorten mit einem wesentlichen Mehrwert zu finden. Die neutrale und umfassende Prüfung von Sortenneuheiten ist zentral für die Schweizer Obstbranche und dient als wichtige Entscheidungshilfe für die Schweizer Obstbranche.

In der Obstsorten- und Unterlagenprüfung von Agroscope werden neue Sorten aus dem In- und Ausland getestet. Ziel ist es, ihre Anbaueignung für die unterschiedlichen Regionen der Schweiz, ihre agronomische Leistungsfähigkeit und ihre Markttauglichkeit zu prüfen und Sorten zu finden welche gegenüber den marktgängigen Sorten einen wesentlichen Mehrwert aufweisen. Damit wird der Bogen von den Konsumentinnen und Konsumenten über die Lagerung und die Obstanlagen bis zu den Baumschulen gespannt. Die neutrale und umfassende Prüfung von Sortenneuheiten ist eine zentrale Aufgabe von Agroscope für die Schweizer Obstbranche und ist eine wichtige Entscheidungshilfe für langfristige Investitionen von Produktion und Handel.

Genehmigung des Projektes

Datum: 28.09.2017	Visum FGL: naan
Datum: 05.10.2017	Visum FBL / KBL: kewi
Datum: 27.09.2017	Visum V SFF: wimi



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Agroscope

Programme d'activité

N° de projet

PA 2018-2021

18.03.14.01.01

Désignation abrégée/acronyme du projet (max. 20 caractères)

Sélection GC ; RG

N° Domaine

14 Amélioration des Plantes

N° Groupe

14.1 Amélioration des grandes cultures et ressources
génétiques

Chef-fe de projet/suppléant-e

Arnold Schori / Fabio Mascher, Odile Moullet, Dario Fossati,
Cécile Brabant, Claude-Alain Bétrix et Beate Schierscher

Durée du projet

Début du projet

Fin du projet

4 ans

2018

2021

Projet

Total des jours de travail sans fonds tiers	11 516
Contribution au CSR	3
Contribution à d'autres CSR	2 (Sys), 4 (prot), 5 (PV), 10 (alim), 16 (div), 17 (clim)

Enquête sur les besoins: contribution à la demande n°	SFF2 : 28.89 SFF3 : 1.30, 1.31, 3.21, 13.196, 16.21 SFF4 : 8.3, 9.32, 23.23, 23.96, 23.98 SFF17 : 1.15, 1.16, 1.24, 4.22, 5.3, 23.15
Le projet contient des travaux financés par des fonds tiers	☒ oui ☐ non
Le projet contient une contribution à l'agriculture biologique	☒ oui ☐ non

Titre dans la langue originale

**Amélioration variétale sur blé et soja, sélection assistée par marquage,
recherches en pathologie et en qualité des produits, préservation et
caractérisation des ressources génétiques**

Amélioration du blé et du soja, qualité et résistances, ressources génétiques

**Wheat and Soybean breeding, performance, ecology, durability, stability, sustainability, marker
assisted selection, plant pathology and product quality, preservation and characterisation of
genetic resources**

**bread, tofu, protein, rheology, yield, diseases, abiotic stress, cold, heat, MAS, performance, genetic
resources, quality, hybridization, backcross, pedigree, bulk, PCR, registration, nutrition, market,
cultivar, food, feed, genetic diversity**

Situation initiale et problématique

Le choix de la variété représente un élément clé pour l'agriculteur qui veut assurer une production rentable et compétitive. La variété déterminera en grande partie le prix de la récolte et la somme des interventions et intrants nécessaires à sa production. L'impact de la variété sur l'environnement et sur notre politique agricole est donc très fort. Actuellement, la pression est croissante au niveau européen pour une forte diminution des produits phytosanitaires en agriculture, ceci en minimisant les impacts négatifs sur la qualité des produits et sur la productivité. La résistance aux maladies, la frugalité des variétés pour la fumure azotée sont donc deux caractéristiques qui vont prendre encore davantage d'importance dans le choix variétal. La voie de l'amélioration des plantes reste l'approche la plus économique et la plus écologique pour atteindre ce but. Par leurs résistances aux maladies et leur adaptation aux conditions pédoclimatiques défavorables et souvent en dégradation, les variétés doivent convenir principalement aux productions à faibles intrants (PER, extenso, bio).

La variété n'est adoptée et cultivée que dans la mesure où elle satisfait conjointement aux exigences agro-environnementales et besoins du marché (du transformateur au consommateur).

Pour les espèces de grandes cultures sélectionnées en Suisse, blé panifiable et soja, les exigences concernent une très haute qualité (boulangère, nutritionnelle, gustative,...) et de plus en plus spécialisée selon l'utilisation qui en est faite (p.ex. tofu ou yoghourt, utilisations spécifiques en boulangerie). Cette spécialisation requiert des recherches spécifiques pour chaque utilisation.

Le blé est une culture extensive en main d'œuvre et est cultivé en Suisse sur environ 80'000 ha. Ces surfaces sont majoritairement cultivées de variétés résultant du partenariat public entre Agroscope et Delley Semences et plantes. La consommation de pain annuelle est de 51 kg par personne.

Le soja permet d'améliorer les rotations déséquilibrées de notre pays par intégration d'une légumineuse performante et offre une diversification désormais très appréciée de notre alimentation en protéines. Un regain d'intérêt pour cette espèce se fait sentir depuis 2012, en réaction à la dépendance protéique en Europe (Association soja du Danube). Les surfaces cultivées en Europe ont depuis lors considérablement augmenté.

Les exigences croissantes sont mises dans le génotype en matière de performance, de qualité, de résistance aux maladies et de tolérance aux stress biotiques et abiotiques. En parallèle, les producteurs doivent simplifier les pratiques agricoles, réduire les intrants et produire dans le respect de l'environnement et selon les normes en vigueur. La sélection variétale du blé et du soja nécessite des recherches approfondies et fiables sur les mécanismes de résistance, sur la présence des virulences des pathogènes et sur les bases génétiques de l'élaboration d'un rendement stable et de la qualité. Plusieurs de ces caractéristiques nécessitent le recours à des techniques de soutien à la sélection, comme le marquage moléculaire ou la génomique.

La gestion, la description et l'exploitation des ressources génétiques sont les fondements de la sélection variétale. Les accessions disponibles sont la base pour de nouveaux arrangements génétiques et la source de nouveaux gènes à introgresser dans du matériel performant.

La plupart des ressources génétiques collectées, puis préservées et conduites jusqu'à nous, l'ont été en relation avec des travaux de sélection. Actuellement, plus de 12.000 accessions (variétés locales, lignées, cultivars récents ou anciens) sont préservées dans notre banque de gènes. Leur caractérisation préalable est un prérequis à leur utilisation. Les ressources génétiques sauvegardées dans notre banque de gènes ont une valeur tant génétique et culturelle unique dans le monde.

Objectifs et questions de recherche

A. Sélection du blé :

- a. Il s'agit de renforcer encore les efforts concernant la résistance aux maladies des obtentions Agroscope-DSP, maladies foliaires et de l'épi par une connaissance renforcée des gènes et grâce au cumul de résistances dans un même génotype, par SAM (pyramidisation et rétrocroisements) et intégration de nouvelles technologies ou méthodes.
- b. D'améliorer la résistance aux stress abiotiques (hydrique, thermique, froid, rayonnement) et la plasticité des obtentions dans un contexte climatique en évolution. L'amélioration de la résistance à la germination sur pied, par introgressions de QTL suivis de backcross se poursuit sur blé et sur triticales, devant déboucher sur des nouvelles obtentions, ainsi que les travaux sur la tolérance au froid du soja en phase reproductive.
- c. D'améliorer la productivité de nos blés par combinaison de ces deux facteurs et de caractéristiques comme la verse, le tallage ou l'enracinement, en maintenant ou diversifiant les objectifs concernant la qualité rhéologique, nutritionnelle et organoleptique.

B. Sélection du soja

- a. Il s'agit d'élargir encore la diversité du matériel génétique par caractérisation puis introgression de matériel asiatique, avec une attention particulière sur les aspects propres à l'alimentation humaine.
- b. D'améliorer encore la stabilité des rendements de cette légumineuse, et de progresser sur la productivité (tolérance au froid, indéhiscence des gousses...).
- c. De développer les recherches concernant les caractéristiques rhéologiques et organoleptiques de la fève de soja avec le soutien de la sélection assistée par marquage.

C. Qualité des produits et Pathologie végétale

- a. En soutien aux deux programmes de sélection il s'agit d'utiliser et de développer des analyses afin de permettre une meilleure segmentation de la qualité en fonction des usages (pain, viennoiseries, biscuit pour le blé, tofu, yoghourt pour le soja). Recherches concernant l'impact des allèles de protéine du blé et des sous-unités protéiques du soja sur la qualité de ces produits (travaux avec l'aide de la SAM) ;
- b. Recherche concernant la qualité gustative et nutritionnelle de nos variétés de blé et de soja
- c. Soutenir le programme de sélection du blé sur les aspects pathologiques (entre autres recherches et sélection de résistances quantitatives, infections artificielles, recherche de QTL concernant l'accumulation de toxines, interactions avec la qualité et la nutrition). Développement de nouvelles méthodologies de phénotypage de précision (analyse d'images notamment).

d. Recherches concernant les maladies transmises par la semence et leur génétique, recherche de gènes efficace pour les caries du blé.

De nombreuses activités du groupe, représentant environ le cinquième des ressources sont des tâches de soutien aux tâches légales (essais officiels, listes recommandées). Il s'agit d'un rôle technique (gestion des fichiers informatiques, responsabilité d'essais d'inscription au catalogue), analytique (tests rhéologiques, tests rapides, panification, NIRS etc) et scientifique (tests de résistances aux maladies, détermination des virulences). Un soutien analytique est apporté à différents groupes de recherche. Les tâches de gestion de la banque de gènes nationale Agroscope et activités de maintien, de description des accessions appartiennent également à cette rubrique.

D. Ressources génétiques

- a. Gestion de la banque de gènes et maintien conforme des accessions, caractérisations phénotypiques d'accessions de la BdG non étudiées via projets PAN, détermination des distances génétiques (puces ADN 15K actuellement)
- b. Gestion, transfert des informations et promotion de l'utilisation des ressources génétiques via bases de données consultables.
- c. Projets de recherche PAN et autres

Contribution concrète au CSR n° 3 (décrire en quelques phrases la contribution concrète et les nouvelles connaissances relatives au CSR, en précisant clairement le lien thématique avec les questions de recherche formulées dans le CSR)

Création variétale de deux espèces de grandes cultures répondant aux objectifs du CSR 3. Développement de nouvelles connaissances et de nouvelles méthodologies en vue de la création variétale, évaluation de la pertinence et adoption des nouvelles technologies de phénotypage et de génotypage. Conservation et caractérisation de la diversité génétique des espèces préservées dans la banque de gènes nationale.

Contribution à max 3 autres CSR (décrire en quelques phrases la contribution concrète relative aux questions de recherche formulées dans le CSR)

au CSR n° 4 : L'approvisionnement en protéine végétale et animale du pays passe par la production végétale. Les deux espèces sélectionnées dans ce projet sont destinées à l'alimentation humaine et donc directement utilisables, sans pertes dues à la transformation. Les légumineuses, riches en protéines, et particulièrement le soja, ont un rôle bénéfique dans les rotations et ne sont pas assez utilisées dans notre agriculture. Leur effet sur l'environnement (énergie, azote) est bénéfique et offre des génotypes performants contribuant à leur meilleure adoption dans la pratique. La valeur ajoutée du soja en alimentation humaine est importante et le produit transformé doit être irréprochable pour les aspects nutritionnel et organoleptique (taux de protéines, sucres, lipoxygénases pour le soja, fibres solubles, teneurs en cendres, densité nutritionnelle sur le blé, pour ne citer qu'eux).

au CSR n° 5 : La résistance génétique des variétés est la voie la plus économique pour la lutte contre les maladies et prédateurs. Une variété résistante permet d'anticiper la tendance à une utilisation réduite d'intrants. Les résistances sont régulièrement rompues, et la connaissance des virulences présentes est capitale pour la sélection. L'intégration de résistances durables est l'un des objectifs prioritaires de notre sélection.

au CSR n° 17 : Les effets délétères des modifications climatiques sur la production agricole sont pris en compte dans les objectifs de la sélection. Ces mesures préventives d'adaptation de la plante aux changements climatiques permettent de minimiser les impacts négatifs sur les aspects quantitatifs et qualitatifs, d'adapter le choix variétal à la zone de production et d'assurer une certaine stabilité des rendements.

Utilité principale pour l'agriculture biologique (dans le cas d'une contribution, la décrire concrètement en quelques phrases)

De nombreuses variétés de blé et de soja sont bien adaptées aux conditions de production biologique et sont largement adoptées par les agriculteurs bio. Toutefois, certains caractères, comme la résistance aux caries pour le blé ou la tolérance génétique du soja envers les adventices doivent davantage être pris en compte et font l'objet de ce projet. Un "shuttle-breeding" sur de larges populations en condition bio/conventionnel est en cours sur le blé. Une variété issue de cette sélection est déjà inscrite.

Matériel et méthodes (description sommaire)

Sélection récurrente répétée, création de la diversité génétique de départ par hybridations ou par rétrocroisements. Elargissement de la base des génotypes utilisés en croisement par étude de littérature et échanges internationaux. Sélection bulk suivie de sélection généalogique avec obtention progressive de l'homozygotie, phénotypage au champ après inoculation artificielle des principales maladies et génotypage par marquage moléculaire (généiteurs et descendance). Sélection en divers milieux. Sélection par analytique des caractéristiques du grain, de la farine et du pain pour le blé et des différents produits dérivés pour le soja (tofu...). Essais randomisés multilocaux et inscriptions aux catalogues nationaux et internationaux. Travaux de maintenance, d'expérimentation et de représentation dans le cadre d'un partenariat public-privé avec Delley semences et plantes SA. Evaluation des nouvelles technologies génomiques.

Bibliographie (toutes dernières connaissances / ne citer que quelques publications propres et étrangères scientifiques et axées sur la pratique)

- Brabant C., Levy Häner L. Influence de la fumure azotée et de son fractionnement sur la qualité boulangère du blé. Recherche Agronomique Suisse. 7, (2), 2016, 88-97.
- Geert Kleijer, Arnold Schori et Beate Schierscher, 2012. La banque de gènes nationale d'Agroscope ACW hier, aujourd'hui et demain. Recherche Agronomique Suisse 3 (9): 408–413.
- Odile Moullet, Dario Fossati, Arnold Schori (2017). Introgression of three QTLs for pre-harvest sprouting tolerance in a bread wheat line. International Wheat Genetic Symposium 2017, Tulln (proceedings) (in press).
- Moullet Odile, Fossati Dario, Brabant Cécile, Marti Andrea, Mascher Fabio, Büchi Lucie, Krattinger Simon, Schori Arnold (2016). The leaf rust resistance gene Lr22a gene does not alter other disease resistances, yield or bread making quality. 67. Pflanzenzüchtertagung in Gumpenstein.
- Büchi Lucie, Charles Raphaël, Schneider David, Sinaj Sokrat, Maltas Alexandra, Fossati Dario, Mascher Fabio (2016). Performance of eleven winter wheat varieties in a long term experiment on mineral nitrogen and organic fertilisation. Field Crops Research 191: 111-122.

**Teaser et résumé succinct du projet pour la communication/Internet
(Teaser: max. 400 caractères; résumé succinct: max. 800 caractères, espaces inclus)**

**Le choix de la variété détermine le succès économique de la culture et son impact sur l'environnement. L'environnement sera ainsi plus ou moins impacté (fumure, pesticides) selon ce choix.
Pour le consommateur et le transformateur, la variété détermine la qualité et la sécurité du produit.
Les programmes d'amélioration du blé et du soja orientent leurs objectifs et méthodes et en fonction de ces critères : sécurité alimentaire, environnement préservé et agriculture suisse compétitive.**

Le projet sélection et ressources génétiques décrit les objectifs de la sélection et les méthodes et ressources consacrées (SAM, laboratoires, champ).

L'amélioration des plantes est une activité d'innovation permanente, souvent de type incrémentale. Elle se fonde sur la diversité génétique disponible, conservée dans la banque de gènes nationale Agroscope, repérées par étude de littérature ou obtenue par échanges internationaux. Le principal produit de ce projet est la variété améliorée. Une variété résistante aux stress, aux maladies, productive et de haute qualité contribue à la compétitivité de notre agriculture, au respect de l'environnement, à la sécurité alimentaire et au plaisir des consommateurs.

Approbation du projet

Date:	00-00-2017	Visa R GR:	soar
Date:	27-09-2017	Visa R DR / R DC:	wimi
Date:	27-09-2017	Visa R CSR:	wimi



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.03.14.02.01

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Apfelzüchtung

Nr. Bereich.

14

Pflanzenzüchtung

Nr. Gruppe

14.2

Züchtung und Genressourcen Obst

Projektleitung/Stellvertretung

Markus Kellerhals / Simone Schütz

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeits-tage ohne Drittmittel	1165
Beitrag zu SFF	3
Beitrag zu weitem SFF	5,10,16

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	13.46, 18.4, 18.5, 27.14, 28.94
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Züchtung von qualitativ hochwertigen, ertragreichen und robusten Apfelsorten für resiliente Anbausysteme sowie Beschreibung und Nutzung der Genressourcen beim Obst

Apfelzüchtung und Genressourcen Obst

Apple breeding and fruit genetic resources

apple breeding, molecular markers, fruit quality, disease resistance

Ausgangslage und Problemstellung

Die Apfelproduktion benötigt einen grossen Pflanzenschutz Aufwand, um Früchte zu erzeugen, welchen den aktuell hohen Ansprüchen des Marktes und der Konsumenten genügen. Gleichzeitig erwarten die Konsumenten rückstands-freie, gesunde Früchte, welche aus einer natürlichen Produktion stammen. Die Züchtung geht auf diese Ansprüche ein und gewichtet die genetisch bedingte Robustheit gegenüber Krankheiten und Schädlingen hoch. Dabei wird auf eine breite genetische Basis geachtet und es werden unter anderem auch wertvolle Eigenschaften der zunehmend besser charakterisierten Obstgenressourcen einbezogen.

Der Obstkonsum in der Schweiz und in Europa ist rückläufig. Mit innovativen Neuzüchtungen und damit zusammen-hängenden Produkteinnovationen soll der Markt belebt, der Konsum gesteigert und Mehrwert geschaffen werden. Agroscope-Neuzüchtungen beim Apfel leisten einen Beitrag, um die Branche konkurrenzfähig zu erhalten und den Konsum zu steigern.

Der Kernobstanbau ist in der Schweiz von der Bakterienkrankheit Feuerbrand stark betroffen. Der Einsatz von Anti-biotika ist seit 2016 verboten. Die Entwicklung von feuerbrandrobusten und -resistenten Sorten ist eine nachhaltige Strategie. Gegen neue Krankheiten wie die Marssonina-Blattfalkkrankheit werden züchterische Ansätze evaluiert.

Agroscope-Apfelsorten wie Milwa (Diwa®) konnten in der Schweiz und international erfolgreich im Markt eingeführt werden. Mit den schorfresistenten, teilweise auch mehltau- und feuerbrandrobusten Sorten 'CH101-Galiwa', 'Ladina' und 'Rustica' wurden Sorten entwickelt, welche auch spezielle Bedürfnisse im Bereich der Bio-Obstproduktion abdecken. Agroscope arbeitet im Bereich Obstgenressourcen eng mit Fructus (www.fructus.ch) und weiteren Akteu-ren zusammen und ist dank Infrastruktur und Know-how an NAP-PGREL-Projekten zur Beschreibung und Nutzung

von Obstgenressourcen beteiligt. Die züchterische Nutzung der Genressourcen wird aktuell stark forciert und erfolgt unter anderem im Rahmen eines NAP-Projektes des FiBL. Diese Arbeiten dienen zusätzlich der Produkteinnovation (Cidre, etc.). Agroscope arbeitet in der Apfelzüchtung vernetzt, wendet neuste Techniken der molekularen Selektion an und beteiligt sich an Projekten zu deren Entwicklung.

Das Obst-Sortenmarketing erfolgt über die VariCom GmbH (www.varicom.ch). Die Agroscope Züchtung arbeitet eng mit VariCom zusammen und liefert umfassende Informationen und Ergebnisse zum Zuchtmaterial (z.B. Jahresberichte)

Bei den Obstgenressourcen erfolgt die Erhaltung in der Schweiz dezentral und koordiniert durch das BLW (BLW-Genres). Agroscope ist ein gefragter Kooperationspartner bei der Charakterisierung der Obstgenressourcen (Infrastruktur für Feuerbrandtests, Analytik, Versuchsflächen, molekulare Sortencharakterisierung) und für die internationale Koordination.

Ab 2019 ist die Finanzierung von Drittmittelprojekten unsicher. Falls keine zusätzlichen OB- und/oder Drittmittel zur Verfügung stehen, müssten wesentliche Aspekte reduziert werden (z.B. Genressourcen Obst, alle Trieb- und Blüten-tests sowie 'Fast Track'-Züchtung im Bereich Züchtung feuerbrandrobuster Sorten).

Ziele und Forschungsfragen

Das Projekt gliedert sich in fünf Module mit folgenden Zielen und Forschungsfragen:

1. Apfelzüchtung (TPL M. Kellerhals):
 - a. Effiziente, markergestützte Apfelzüchtung mit den Zuchtzielen Qualität, Leistung und Robustheit gegen Krankheiten.
 - b. Selektion breit abgestützt, neue Probleme (z.B. Blattfallkrankheit Marssonina coronaria, Klimawandel, etc.) einbeziehen und zielgerichtet die aussichtsreichen Genotypen anpeilen. Weiterentwicklung feuerbrandrobuster Züchtungen zur Marktreife (Gemeinsam gegen Feuerbrand, Link Projekt 18.05.16.01.03), Uebergabe von 2-3 favorisierten Neuheiten an VariCom.
2. Bio-Apfelzüchtung (TPL M. Kellerhals):

Entwicklung und Umsetzung eines Bio-Züchtungsansatzes in Kooperation mit FiBL und PomaCulta (bio-dyn. Apfelzüchtung)
3. Genressourcen Obst (TPL J. Gassmann):

Beschreibung von Obstgenressourcen (Apfel, Birne, Kirsche, Zwetschge) inkl. Krankheitsprüfung Apfel (Schorf, Mehltau, Feuerbrand (inkl. Blütentests), Marssonina). Gegebenenfalls Mitwirkung bei der Errichtung und Evaluation einer core collection Apfel (Link TP4, NAP-PGREL). Nutzungsaspekte (z.B. Cidreeignung von Birnen) um noch mehr Impact für die Branche und die Bevölkerung (Landschaft, Biodiversität) zu erzielen. Link Resilienz, Klimawandel, Biodiversität, Hochstamm, Agroforst (R. Baur, F. Herzog).
4. Molekulare Züchtung (TPL S. Schütz):

Zusammenarbeit mit Professur Bruno Studer (ETHZ, inkl. Hub Wädenswil, Swiss Plant Breeding Center, Bioinformatik) und FG Züchtungsforschung (14.4) mit Schwerpunkt genetisch breit abgestützte Resistenzen (Schorf, Mehltau, Feuerbrand, Marssonina Blattfallkrankheit, Lagerkrankheiten), Innovation und Steigerung der Fruchtqualität (Knackigkeit, Textur, Fruchtfarbe) sowie Nutzung der genetischen Diversität. Integration und Verwendung von genomischer Information und Methoden (Etablierung Genomic selection, molekulare Selektion gegen unerwünschte Eigenschaften des Wildgenotyps bei der Einkreuzung von Resistenzträgern). Umstellung von SSR Markern auf SNP Marker.
5. Markt- und Konsumentenrelevanz von Apfelzüchtung und Obstgenressourcen (TPL M. Kellerhals):

Fruchtqualität, Sensorik, Lagerung, Marktpositionierung, Produkteinnovation, Produktdifferenzierung (Link Sensorik, Lagerung (12.9), Fruchtqualität (low allergenic, etc.), Optimierung Anbausysteme (z.B. Systemversuche Extension Obst), Analyse von Möglichkeiten der Produktdifferenzierung innerhalb der Wertschöpfungskette Obst (Link Projekt ProFruVeg, E. Bravin, K. Heitkämper).

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 3 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

- Entwicklung neuer Apfelsorten: neue Sorten werden durch jährliche Kreuzungen gemäss Zuchtzielen (hohe Fruchtqualität, Produktivität, Resilienz und Robustheit) und anschliessende zielgerichtete Selektion entwickelt und über die VariCom GmbH erfolgreich in den Markt eingeführt.
- Ressourcenangepasste und valorisierte Nutzung der neusten Selektionstechniken beim Apfel und Mitwirkung bei deren Entwicklung
- Herausforderungen aus dem Bereich Reduktion Pflanzenschutzmitteleinsatz, Rückstandsfreiheit des Produktes durch Beitrag der Züchtung in Anbausystem/Pflanzenschutzsystem-Forschung einbringen
- Züchterische und marktrelevante Nutzung von Obstgenressourcen

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)
zu SFF Nr. 5: Robuste Neuzüchtungen als Bestandteil von Anbausystemen mit reduziertem Pflanzenschutz und Rückstandsfreiheit. Feuerbrandrobuste Sorten (Gemeinsam gegen Feuerbrand).
zu SFF Nr. 13: Neuzüchtungen und Genressourcen beim Obst als innovative Produkte bzw. als Basis für innovative Produkte. Neuheiten mit Zusatznutzen, Besetzung von Marktnischen, Gesundheitsförderung (Konsum von Obst- und Obstprodukten)
zu SFF Nr. 16: Neuzüchtungen und Genressourcen beim Obst als Basis für die Vielfalt von Arten und Lebensräumen in Agrarlandschaften und Ökosystemleistungen

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)
Apfelzüchtung: grosser Nutzen für den Biolandbau durch Entwicklung qualitativ hochwertiger, leistungsfähiger Sorten mit umfassender und dauerhafter Robustheit gegen Krankheiten und mit speziellen biorelevanten Eigenschaften wie 'Selbstausdünnung'. Kooperation Apfelzüchtung mit FiBL und PomaCulta soll ausgebaut werden. Genressourcen: Charakterisierung und Nutzung der Obstgenressourcen ergibt Chancen für den Bioanbau von Spezialitäten, Biodiversitätsförderung und Verbreiterung der genetischen Basis.

Material und Methoden (grob skizziert)
In der Apfelzüchtung werden klassische Methoden eingesetzt und mit modernen molekularen Selektionstechniken kombiniert. Ausgangsmaterial sind genetische Ressourcen in Form von eigenem Zuchtmaterial, Sorten aus dem In- und Ausland, Obst-Genressourcen (alte Sorten) sowie Zuchtmaterial von Instituten (inkl. Genbanken) im In- und Ausland. Die Kreuzungen erfolgen während der Blütezeit in den Obstanlagen mit Hilfe von insektendichtem Einnetzen der Muttersorten und exakter Bestäubung mit Pollen der Vatersorten. Die Samen (rund 12'000 Kerne/J.) werden aus den Kreuzungsfrüchten im Herbst extrahiert und anschliessend stratifiziert (Kältebehandlung). Anzucht der Sämlinge im Agroscope Gewächshaus und Screening auf Schorfresistenz. Bei ausgewählten Nachkommenschaften erfolgen erste molekulare Analysen anhand von Blattproben auf Resistenz- und Fruchtqualitätsmerkmale in Zusammenarbeit mit der Firma Ecogenics (www.ecogenics.ch). Die selektierten Pflanzen (ca. 5000) kommen in die Containeranlage, wo sie im Herbst auf die besten 600 ausgelesen werden. Von diesen wird je ein Baum für die Prüfstufe 1 (Obstanlage) hergestellt, wo die ersten Früchte erwartet und eingelagerte Fruchtmuster bewertet werden können. Aus der Stufe 1 (max. 5 Jahre Dauer) gelangen die besten Zuchtnummern in Stufe A (4 Bäume). Sie werden umfassender auf Frucht- und Baumeigenschaften nach einem mit der Kernobstsortenprüfung koordinierten Boniturraster geprüft (max. 6 Jahre), interessante Selektionen gelangen in das externe Prüfnetzwerk von VariCom, Partner-Versuchsstationen im Ausland und an das Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL). Die aussichtreichsten Neuzüchtungen gelangen in die Prüfstufe B mit einem Blockdesign (3 x 5 Bäume) und in Stufe C als praxisnahe Reihenpflanzung. Parallel werden interessante Neuzüchtungen zur Virusprüfung und zur Aufnahme in den Agroscope-Nuklearstock abgegeben. Ebenfalls werden sensorische Tests, inkl. Konsumententests und Tast- bzw. Exaktlagerversuche bei Agroscope am Standort Wädenswil durchgeführt. Eine allfällige Markteinführung inkl. Namenssuche und Schutzaspekte werden mit VariCom geplant. Genressourcen Die Beschreibung der Obst-Genressourcen basiert auf dem Deskriptorenhandbuch (siehe www.bdn.ch). Bei den Obstgenressourcen erfolgt die Erhaltung dezentral und koordiniert durch das BLW-GENRES. Agroscope ist gefragter Kooperationspartner bei der Charakterisierung und Nutzung der Obstgenressourcen (u.a. molekulare Charakterisierung, Feuerbrandtestungen, phytosanitäre Beratung für die Erhaltung) und für die internationale Koordination. Agroscope verfügt über aktuelle Versuchsmethodik und Hilfsmittel und pflegt gute Kontakte und Zusammenarbeit mit Fructus (www.fructus.ch).

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)
• Schütz S., Baumgartner I., Lussi L., Schaad J., Kellerhals M., 2015. Mit schneller Züchtung zu feuerbrandresistenten Apfelsorten. Schweiz. Z. Obst- und Weinbau, 151 (9), 8-11. • Bühlmann A., Gassmann J., Ingenfeld A., Hunziker K., Kellerhals M. and Frey J. E., 2015. Molecular Characterisation of the Swiss Fruit Genetic Resources. Erwerbsobstbau 57, 29-34. • Hunziker K., Gassmann J., Bühlmann A., Schaad J., Kellerhals M., 2015. Beschreibung der Schweizer Obstvielfalt. Schweiz. Z. Obst- und Weinbau 151 (3), 11-15 • Baumgartner I.O., Kellerhals M., Costa F., Dondini L., Pagliarani G., Gregori R., Tartarini S., Leumann L., Laurens F., Patocchi A. 2016. Development of SNP-based assays for disease resistance and fruit quality traits in apple (<i>Malus × domestica</i> Borkh.) and validation in breeding pilot studies. DOI 10.1007/s11295-016-0994-y

- Kellerhals M., Schütz S., Baumgartner I.O., Lussi L., Andreoli R. und Patocchi A., 2017. Apfelzüchtung von Agroscope: Methoden, Ergebnisse und Chancen für einen nachhaltigen Obstbau. Agrarforschung Schweiz, 8 (3), 80-87 (auch französisch).

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Die Entwicklung qualitativ hochwertiger, marktgerechter, ertragreicher und nachhaltig krankheitsrobuster Apfelsorten ist das Ziel der Apfelzüchtung. Die Züchtung arbeitet mit neusten Selektionstechniken und ist national und international vernetzt. Zunehmende wertvolle Impulse für die Züchtung stammen von der Beschreibung der Obstgenressourcen. Die Markteinführung neu entwickelter Sorten erfolgt über die VariCom GmbH. Die Sorten leisten einen Beitrag an resiliente Produktionssysteme.

Die Agroscope-Apfelzüchtung entwickelt Sorten für heutige und künftige Anforderungen einer resilienten Obstproduktion und des modernen Konsum. Neuste Methoden für eine effiziente und zielgerichtete klassische Selektion werden eingesetzt. Interne und externe Zusammenarbeit mit der Professur Pflanzenzüchtung an der ETH Zürich und die breite internationale Vernetzung erlauben eine moderne und effiziente Züchtung. Entwickelt werden Sorten für den Weltmarkt und für spezifische Bedürfnisse wie z.B. den Bio-Obstbau. Zur Verbreiterung der genetischen Basis und Nutzung von wertvollen Eigenschaften werden auch die zunehmend charakterisierten Schweizer und internationale Apfelgenressourcen genutzt. Geeignete Neuzüchtungen, welche die gewünschten Baum- und Fruchteigenschaften mitbringen, werden in Richtung Hochstammnutzung geprüft.

Genehmigung des Projektes

Datum: 27.09.2017	Visum FGL: ksma
Datum: 27.09.2017	Visum FBL / KBL: wimi
Datum: 27.09.2017	Visum V SFF: wimi



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.03.14.03.01

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Futterpflanzenzüchtung

Nr. Bereich.

14 Pflanzenzüchtung

Nr. Gruppe

14.3 Futterpflanzenzüchtung

Projektleitung/Stellvertretung

Christoph Grieder / Franz Xaver Schubiger

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	4191
Beitrag zu SFF	3
Beitrag zu weiteren SFF	1, 4, 17

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	2.48, 2.52, 3.21, 18.5, 18.92, 20.58, 23.190
Beitrag enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Züchtung von Futtergräsern und Kleearten für einen nachhaltigen Kunstfutterbau, speziell auch für den Biolandbau

Futterpflanzenzüchtung

Breeding of forage grasses and clover species for sustainable forage production, especially in Organic Farming

Breeding, forage, grass, clover, genetic resources, disease resistance, organic farming, forage quality

Ausgangslage und Problemstellung

Agroscope züchtet Futterpflanzen für eine graslandbasierte Tierproduktion. Das Ausgangsmaterial für neue Sorten bilden Ökotypen aus Schweizer Naturwiesen und Weiden. Die Verwendung von einheimischen Pflanzenpopulationen ermöglicht es uns, Sorten zu entwickeln, die bestens an die Bedingungen in der Schweiz angepasst sind (Boden, Klima und Bewirtschaftung). Wir wollen zudem konkurrenzstarke und ausdauernde Futterpflanzen züchten, die gegen wichtige Krankheiten resistent sind und ein qualitativ gutes Raufutter liefern. Die Schweizer Landwirte erhalten so die leistungsfähigsten Sorten von Gräsern und Klee für den Anbau in Kunstwiesenmischungen. Dadurch wird ein hoher Anteil an Wiesenfutter in der Wiederkäuerrationen ermöglicht.

Klee-Gras Mischungen sind zudem ein wichtiges Glied in der Fruchtfolge. Sie liefern einen wesentlichen Beitrag zur Strukturverbesserung des Bodens, zur Verbesserung des Nährstoffhaushaltes, zur Regulierung von Krankheiten, Schädlingen und Unkräutern sowie zur Sicherung eines guten und nachhaltigen Ertragspotenzials. Ihr Anteil in der Fruchtfolge macht etwa ein Viertel bis ein Drittel aus.

In unserem Zuchtprogramm bearbeiten wir zurzeit acht verschiedene Gras- und vier Kleearten: Englisches Raigras (*Lolium perenne* L.), Italienisches Raigras (*L. multiflorum* L.), Bastard-Raigras (*L. x hybridum* Hausskn.), Wiesen-schwingel (*Festuca pratensis* L.), Wiesenrispengras (*Poa pratensis* L.), Knäulgras (*Dactylis glomerata* L.), Rohrschwingel (*F. arundinacea* Schreber), Rotschwingel (*F. rubra* L.), Rotklee (Mattenklee) (*Trifolium pratense* L.), Weissklee (*T. repens* L.), Espargette (*Onobrychis viciifolia* Scop.) und Schotenklee (*Lotus corniculatus* L.).

Mit 68 Sorten ist das seit den 1950er Jahren geführte Futterpflanzenzüchtungsprogramm von AGROSCOPE auf der Schweizer Liste der empfohlenen Sorten von Futterpflanzen (2017-18) von allen Züchtungsinstitutionen weitaus am stärksten vertreten. Die Sorten von Agroscope positionieren sich auch im Ausland erfolgreich.

Um diese starke Position zu sichern, soll die innovative Züchtung neuer Sorten fortgesetzt werden. Denn genetische Anpassung von Krankheitserregern, veränderte Klimabedingungen und steigende Anforderungen an die Qualität des Grundfutters setzen der langfristigen Verwendung einmal zugelassener Sorten Grenzen. Der Biolandbau strebt nach einer Effizienzsteigerung und frägt Grassorten nach, die bei reduziertem Input an Stickstoffdüngern konkurrenzfähig bleiben und zusammen mit Kleesorten mit hoher Stickstoff-Fixierungsleistung in möglichst stabilen, lange nutzbaren Mischungen die Bodenfruchtbarkeit heben. Dauerhafte Resistenz gegen lebensbedrohende Schaderreger wie die Bakterienwelke der Gräser oder der südliche Stängelbrenner des Rotklee ist unabdingbar für den Erfolg einer Futterpflanzensorte. Resistenzzüchtung ist deshalb für das Zuchtprogramm von AGROSCOPE zentral. Molekulare Marker können wertvolle Informationen liefern, um optimal angepasste Sorten effizient zu züchten. Auch im Bereich der DNA-Sequenzierung ergeben sich vollkommen neue Perspektiven, da hier international sehr grosse Fortschritte erzielt wurden. Diese molekularen Methoden wollen wir in Zukunft in Zusammenarbeit mit der Gruppe Molekulare Pflanzenzüchtung an der ETH vermehrt nutzen.

Ziele und Forschungsfragen

Die Gruppe Futterpflanzenzüchtung entwickelt neue Klee- und Gräserarten für einen wettbewerbsfähigen und ökologischen Futterbau. Unsere Sorten sollen einen hohen Ertrag an schmackhaftem, hoch verdaulichem Futter mit einem tiefen Gehalt an unerwünschten sekundären Inhaltsstoffen liefern. Auch sollen die Sorten besonders geeignet sein für den Anbau in Kunstwiesenmischungen. Damit leisten wir einen Beitrag zu einer artgerechten Wiederkäuerfütterung mit einem hohen Raufutteranteil. Dies senkt die Kraftfutterkosten und sichert geschlossene Nährstoffkreisläufe. Den biologisch produzierenden Landwirten sollen zudem Futterpflanzensorten zur Verfügung stehen, welche unter Bio-Bedingungen selektiert wurden und deshalb speziell für den Biolandbau geeignet sind.

1. Nutzung genetischer Ressourcen

Die langfristige ex-situ Erhaltung von genetischen Ressourcen und alten, früher zugelassenen Futterpflanzensorten (zwei NAP Projekte: 05-NAP-P51 und 05-NAP-P54) ist uns wichtig. Dazu wird die genetische Diversität innerhalb und zwischen den Populationen anhand morphologischer, agronomischer (und molekulargenetischer) Merkmale erfasst. Saatgut von den geprüften Akzessionen wird in der Genbank eingelagert.

2.. Resistenzzüchtung

Wir erarbeiten Grundlagen und Methoden für eine optimale Selektion von resistenten Futterpflanzen und wenden diese auch an. Damit steht auch in Zukunft resistentes Pflanzenmaterial für das Zuchtprogramm bereit. Der südliche Stängelbrenner (*Colletotrichum trifolii*) bei Rotklee, der Kronen- (*Puccinia coronata*) und Schwarzrost (*P. graminis*) bei Raigräser sowie Gelbrost (*P. striiformis*) bei Wiesenrispe werden unsere Forschungsschwerpunkte sein. Wir werden zusammen mit der ETH molekulare Marker entwickeln, um Pflanzen zu selektieren, welche resistent gegenüber bestimmte Pathogene sind.

3. Verbesserung des Saatgutertrags

Der Saatgutertrag ist ein wichtiges Merkmal einer neuen Sorte, das oft über den Erfolg einer Sorte am Markt entscheidet. Wir wollen deshalb in einem Teilprojekt die Grundlagen zur Verbesserung des Saatgutertrages von Italienischem Raigras erarbeiten und ihn anschliessend züchterisch verbessern. Hier streben wir eine Zusammenarbeit mit Prof. Bruno Studer und Roland Kölliker (Molekulare Pflanzenzüchtung ETH Zürich) an.

4. Anpassung an den Klimawandel

Wir wollen Sorten züchten, welche auch unter zukünftigen Klimabedingungen in der Schweiz angebaut werden. Die Selektion der Futterpflanzen auf Trockenheitstoleranz im Sommer wird deshalb in diesem Teilprojekt im Vordergrund stehen. Wir streben eine Zusammenarbeit mit der ETH Gruppe von Prof. Achim Walter an, welche eine interessante Einzelpflanzen-Phänotypisierungsmethode entwickelt hat.

5. Erhöhung der einheimischen Eiweissproduktion

Das Horizon 2020 Projekt EUCLEG (bereits bewilligt) hat zum Ziel die einheimische Eiweissproduktion in der Schweiz, der EU und China zu erhöhen, um damit die Kraftfutterimporte reduzieren zu können. Unser Beitrag zu diesem Projekt wird die Phänotypisierung (und genotypische Charakterisierung) von verschiedenen Rotklee Akzessionen sein. Ein Schwerpunktthema wird die Evaluation der Anfälligkeit der Akzessionen für den südlichen Stängelbrenner (*Colletotrichum trifolii*) sein.

Mit der Beteiligung am Horizon 2020 Projekt LIVESEED (bereits bewilligt) wollen wir die Produktivität von Leguminosen-Gras-Mischungen durch Züchtung verbessern. Die Versuche werden unter Bio-Bedingungen durchgeführt und sollen Zuchtstämme liefern, die für den Bio-Landbau besonders gut geeignet sind.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 3 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)
Züchtung von Gras- und Kleesorten, die für den Anbau in Mischungen geeignet sind. Die neuen Sorten sollen resistent gegen abiotische Einflüsse und Pathogene, gut verdaulich und während der vorgesehenen Nutzungsdauer leistungsfähig sein.
Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)
zu SFF Nr. 1: Die Futterpflanzenzüchtung leistet einen wichtigen Beitrag zur graslandbasierten Futterproduktion. Unsere Sorten liefern ein qualitativ gutes Raufutter und sind geeignet für den Anbau in Kunstwiesenmischungen.
zu SFF Nr. 4: Die Züchtung von an die schweizerischen Verhältnisse angepassten Futterleguminosen fördert die Proteinversorgung von Wiederkäuern und vermindert die Abhängigkeit von Futtermittelimporten. Die beiden Horizon 2020 Projekte EUCLEG und LIVESEED helfen, dieses Ziel zu erreichen.
zu SFF Nr. 17: Bereitstellung von neuen Futterpflanzensorten, die auch unter zukünftigen Klimabedingungen erfolgreich angebaut werden können.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)
Wir entwickeln Futterpflanzensorten, welche speziell für den Biolandbau geeignet sind. Die Auswahl der Komponenten einer neuen Sorte (Reihensaat) und die Prüfung der Zuchtstämme geschehen auf Feldern, die nach den Richtlinien des biologischen Landbaus bewirtschaftet werden. So wird gewährleistet, dass sich nur diejenigen Pflanzen und Zuchtstämme durchsetzen, die an die Bedingungen des biologischen Landbaus optimal angepasst sind. Der Biolandbau benötigt Sorten, die wenig anfällig sind für Krankheiten, konkurrenzstark sind gegen Unkräuter und auch bei geringen Stickstoffgaben hohe Erträge bringen.

Material und Methoden (grob skizziert)
Ökotypen aus Schweizer Naturwiesen, Kreuzungen mit bewährtem Zuchtmaterial und empfohlene Sorten bilden das wichtigste Ausgangsmaterial. Verbesserung von Populationen durch Selektion der besten Genotypen (phänotypische Selektion) im Einzelzuchtgarten über mehrere Generationen, inklusive künstlicher Infektion mit Pathogenen (z.B. Bakterienwelke, Gelbrost, Anthraknose) an Jungpflanzen. Aufbau neuer Syntheic-Sorten durch Verklonung und offener Abblüte bester Elternpflanzen im Polycross (Futtergräser) oder Aufbau neuer Populations-Sorten durch offene Abblüte bester Pflanzen im Einzelpflanzenzuchtgarten (Futterleguminosen). Selektion bester Halbgeschwisterfamilien in Reihensaat während der ersten Vermehrungsstufe zum Zuchtstamm-Saatgut. Parzellenprüfung der Zuchtstämme und Selektion der besten zur Sortenanmeldung.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)
• Boelt B., Studer B. (2010) Breeding for Grass Seed Yield. In: Boller B., Posselt U.K., Veronesi F. (eds.) Fodder crops and Amenity grasses. Springer, New York • Conaghan P., Casler M.D. (2011) A theoretical and practical analysis of the optimum breeding system for perennial ryegrass. Irish Journal of Agricultural and Food Research 50, 47-63 • Fariaszewska A., Aper J., Van Huylbroeck J., Baert J., De Riek J., Staniak M., Pecio L. (2016) Mild Drought Stress-Induced Changes in Yield, Physiological Processes and Chemical Composition in Festuca, Lolium and Festulolium. J. of Agronomie and Crop Science 203: 103-116. • Grieder C., Tanner P., Schubiger F.X., Boller B. (2015) Sechs neue Sorten von Englischem Raigras aus Schweizer Züchtung. Agrarforschung Schweiz 6(07+08), 320-327 • Grieder Ch., Tanner P., Schubiger F.X., Boller B. (2016) Mehr Leistung dank Sex: die neuen Wiesenrispengras-Sorten von Agroscope. Agrarforschung Schweiz 7(07+08), 304-309 • Jacob I., Hartmann S., Schubiger F.X., Struck C. (2015) Resistance screening of red clover cultivars to Colletotrichum trifolii and improving the resistance level through recurrent selection. Euphytica 204: 303-310. • Schubiger F.X., Boller B. (2016) Virulence of crown rust isolates (Puccinia coronata f.sp. lolii) on genotypes of Italian and perennial ryegrass (Lolium multiflorum and L. perenne). Eur J Plant Pathol 144: 141–154 • Schubiger F.X., Boller B. (2017). Genetic analysis of crown rust (Puccinia coronata f.sp. lolii) resistance in a perennial ryegrass (Lolium perenne) genotype. Euphytica 213: 167

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Agroscope züchtet ausdauernde, krankheitsresistente und qualitativ hochstehende Futtergräser und Kleearten. Wir wollen zudem Sorten entwickeln, die auch an zukünftige Bedingungen (Boden, Klima und Bewirtschaftung) angepasst sind. Sie sollen dazu beitragen, dass Milch und Rindfleisch wiederkäuergerecht aus Wiesenfutter erzeugt werden können.

Agroscope züchtet Futterpflanzen für eine graslandbasierte Tierproduktion. Das Ausgangsmaterial für neue Sorten bilden Ökotypen aus Schweizer Naturwiesen und Weiden. Wir entwickeln Sorten, die bestens an die jetzigen und auch an zukünftige Bedingungen in der Schweiz angepasst sind (Boden, Klima, Bewirtschaftung). Wir wollen zudem konkurrenzstarke und ausdauernde Futterpflanzen züchten, die gegen wichtige Krankheiten resistent sind und ein qualitativ gutes Raufutter liefern. Die Schweizer Landwirte erhalten so die leistungsfähigsten Sorten von Gräsern und Klee für den Anbau in Kunstwiesenmischungen. In unserem Zuchtprogramm bearbeiten wir elf verschiedene Gras- und vier Kleearten. Seit 2004 führt Agroscope auch ein spezielles Zuchtprogramm für den Biolandbau. So wird gewährleistet, dass unsere Sorten auch für den Biolandbau geeignet sind.

Genehmigung des Projektes

Datum: 31.08.2017

Visum FGL: scfr

Datum: 27.09.2017

Visum FBL / KBL: wimi

Datum: 27.09.2017

Visum V SFF: wimi



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.03.14.04.01

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Züchtungsforschung

Nr. Bereich.

14 Pflanzenzüchtung

Nr. Gruppe

14.4 Züchtungsforschung

Projektleitung/Stellvertretung

Andrea Patocchi / Susanne Brunner

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	2948
Beitrag zu SFF	3
Beitrag zu weitem SFF	5

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	13.46, 13.196, 16.21, 27.14
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☐ ja ☒ nein

Titel Originalsprache

Entwicklung molekularer Grundlagen und Prüfung von neuen Züchtungstechnologien für die Pflanzenzüchtung

Grundlagen und molekulare Methoden für die Pflanzenzüchtung

Development of molecular bases and assessment of new breeding technologies for plant breeding

Marker assisted breeding, molecular markers, resistance genes, genomic selection, genetically modified plants, cisgenesis

Ausgangslage und Problemstellung

Leistungsstarke, an biotische Faktoren und an die Standortbedingungen angepasste Sorten sind die Eckpfeiler einer erfolgreichen und nachhaltigen Landwirtschaft. Die Nutzung von krankheitsresistenten Sorten ist ein nachhaltiger Ansatz um den Pflanzenschutzmitteleinsatz zu verringern, welcher aus ökologischen, politischen, gesellschaftlichen und marktwirtschaftlichen Gründen mehr und mehr nachgefragt wird. Ziel der Pflanzenzüchtung ist es, solche Sorten zur Verfügung zu stellen. Die Züchtung dieser interessanten und marktrelevanten Genotypen erfordert aber einen langen und aufwändigen Selektionsprozess.

Moderne Züchtungs- und Selektionstechnologien schaffen hierbei eine Effizienzsteigerung. In den Agroscope Pflanzenzüchtungsprogrammen für Apfelbäume, Weizen und Reben ist die Marker-gestützte Selektion (MAS) für wenige Eigenschaften/Loci (meistens monogenetisch kontrollierte Resistenzen gegen Pathogene) Routine geworden. Für viele wichtige Eigenschaften der Früchte und der Bäume fehlen jedoch die molekularen Marker. Durch den Klimawandel und/oder die Reduktion der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln treten neue phytopathologische oder entomologische Probleme auf, weil die Pathogene in ihrer Evolution vermehrt Resistenzen durchbrechen. Solche Herausforderungen können durch die entsprechenden Grundlagen wie z. B. der Identifikation von (neuen) Resistenzquellen, Informationen über das Vorkommen von virulenten Stämmen, Kartierung von Resistenzgenen, Verständnis der Resistenzmechanismen, usw. gelöst werden. Traditionelle MAS ist ineffektiv, wenn viele Gene mit jeweils kleinem Effekt segregieren und zuverlässige Marker fehlen. In einem solchen Kontext könnte die genomische Selektion (GS) die MAS für „major“ Gene komplementieren. Dafür sollen aber zuerst Prädiktionsmodelle für GS konstruiert werden.

Neue Züchtungstechnologien entwickeln sich rasant. Auf dem Markt etablierte Sorten könnten durch die Anwendung dieser Technologien effizient verbessert werden und das ohne ihre geschätzten Eigenschaften zu ändern. Die Grenzen

zwischen den Produkten dieser neuen Züchtungsverfahren und klassisch gezüchteten Pflanzen verschmelzen zunehmend. Die Chancen und Risiken der Prototypen und Produkte aus diesen neuen Züchtungstechnologien müssen sorgfältig im Labor, Gewächshaus und Feld geprüft werden. Für die Untersuchung von gentechnisch veränderten Pflanzen (GVP) im Feld betreibt Agroscope die so genannte „Protected Site“.

Ziele und Forschungsfragen

Das Projekt hat folgende vier Ziele und Forschungsfragen:

- 1) Erarbeitung von Grundlagen für die klassische Resistenzzüchtung beim Apfelbaum:**
 - a) Molekulare Marker assoziiert mit Resistenzen gegen Pathogene werden identifiziert/entwickelt.
 - b) Identifikation derjenigen Apfelschorfresistenzgene, die nicht oder selten durchbrochen und deshalb am wertvollsten für die Resistenzzüchtung sind (mit Hilfe des Netzwerks der Agroscope Initiative VINQUEST).
- 2) Unterstützung bei der Einführung von modernen Selektionstechnologien in ausgewählten Agroscope Züchtungsprogrammen:**
 - a) Molekulare Marker werden effizient angewendet.
 - b) Überprüfung der Machbarkeit der genomischen Selektion für Frucht- und Baumeigenschaften beim Apfel und Integration mit MAS für „major“ Gene (Zusammenarbeit mit nationalen (ETHZ) und internationalen Partnern (INRA)).
- 3) Prüfung von neuen Züchtungstechnologien:**
 - a) Drittmittelprojekte
 - i) Abschliessen des Drittmittelprojekts MAACISA (SNF Finanzierung) inklusive des Feldversuchs mit der feuerbrandresistenten cisgenen Apfel-Linie C44.4.146.
 - ii) Abschliessen des Drittmittelprojekts WIRTO (EFBS Finanzierung) zur Überprüfung der effektiven Bestäubung innerhalb und ausserhalb einer Apfelanlage trotz Totaleinnetzung.
 - b) Untersuchung der Chancen und Risiken von GVP die ein Potential haben, die Nachhaltigkeit der Schweizer Landwirtschaft zu verbessern.
 - i) Weiterführen der Feldversuche mit cisgenen Kartoffeln mit verbesserter Resistenz gegen die Kraut- und Knollenfäule:
 - Untersuchung der Phytophthora-Resistenz und der agronomischen Eigenschaften (Ertrag)
 - Untersuchung von Nichtzielorganismen: Herbivore (v.a. Blattläuse; siehe auch Projekt 18.16.19.8.01)
 - ii) Weiterführen der Feldversuche mit HOSUT-Weizen mit erhöhtem Ertragspotential
 - Untersuchung der agronomischen Eigenschaften (Ertrag, Ertragskomponenten und Krankheitsresistenz), der Korninhaltsstoffe und des Verbrauchs an Stickstoff in Zusammenarbeit mit dem IPK Gatersleben.
 - Untersuchung von Nichtzielorganismen: Herbivore (v.a. Blattläuse) und Bodenmikroorganismen (siehe auch Projekt 18.16.19.8.01).
 - iii) Etablierung von neuen Feldversuchen mit GVP mit nationalen und internationalen Partnern, um Optionen für die Schweizer Landwirtschaft zu testen.
- 4) Koordination der Forschung mit GVP auf der Protected Site:**
 - a) Unterhalt der Infrastruktur der Protected Site (Einbruchmeldenanlage, Überwachungskameras, Zäune), um die technische Sicherheit (Vandalenschutz) aufrecht zu erhalten.
 - b) Regelmässiges Überprüfen des Sicherheitskonzeptes mittels beratenden Stellen (FedPol, StaPo Zürich).
 - c) Agronomische Betreuung der Feldversuche auf der Protected Site in Zusammenarbeit mit dem Team Feldbau von Reckenholz (z. Bsp. Aussat und Ernte Weizen).
 - d) Umsetzung der Biosicherheitsmassnahmen
 - e) Support im Bereich Eingabe der Freisetzungsgesuche für die Durchführung von neuen Feldversuchen mit GVP durch Schweizer Forschende sowie bei den jährlichen Reportings über die laufenden Feldversuche an das Bundesamt für Umwelt
 - f) Kommunikation (Unterhalt der Website www.protectedsite.ch, Durchführen von Führungen und Vorträgen).

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 3 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Das Projekt liefert mehrere Beiträge zur Beantwortung der ersten zwei Fragen vom SFF 3. Im Projekt werden, hauptsächlich am Modell Apfelbaum, Grundlagen für die Resistenzzüchtung erarbeitet, eine Pilotstudie zur Machbarkeit einer (relativ) neuen Selektionstechnologie durchgeführt (GS für Frucht- und Baumeigenschaften) und die Chancen und Risiken von neuen Züchtungstechnologien geprüft. Einzeln oder integriert versprechen diese Elemente die Effizienz der Selektion von Sorten mit dauerhafter Resistenz, die auf einer breiten genetischen Basis beruht, kombiniert mit guten Frucht- und Baumeigenschaften, zu steigern. Das gewonnene Know-how kann bei Bedarf in anderen Agroscope-Züchtungsprogrammen und für andere Zuchtziele angewendet werden.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)
zu SFF Nr. 16: Das Pflanzenmaterial der Feldversuche mit HOSUT Winterweizen und feuerbrandresistenten, cisgenen Apfelbäumen wird zur Verfügung gestellt, um potentielle Auswirkungen der zwei gentechnisch veränderten Kulturen auf Herbivoren respektive Destruenten zu untersuchen.
zu SFF Nr. 8: Untersuchung der Auswirkungen des Anbaus von GV Weizenpflanzen auf Bodenmikroben.
zu SFF Nr. 5: Durch den Anbau von resistenten Sorten, die unter Zuhilfenahme der im Projekt entwickelten Tools gezüchtet wurden, kann der PSM-Einsatz reduziert werden.
Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)
Indirekten Nutzen: Die resistenten Sorten, die unter Zuhilfenahme der im Projekt entwickelten Tools gezüchtet wurden, erlauben auch für den Biolandbau eine Reduktion des PSM-Einsatzes.
Material und Methoden (grob skizziert)
1) Erarbeitung der Grundlagen für die klassische Resistenzzüchtung beim Apfelbaum a) Resistenzen gegen Pathogene werden kartiert und molekulare Marker für MAS identifiziert (Jänsch et al 2015). Resistenzmechanismen werden untersucht. Bei Neukartierungen wird den Fokus auf die neue Blattfall-Krankheit, die durch Marssonina coronaria verursacht wird, gelegt. Resistenzspender werden primär in Sammlungen von alten Apfelsorten (Genressourcen) gesucht. Für bekannte Resistenzquellen werden bei Bedarf bessere molekulare Marker (ev. Umwandlung in einen anderen Marker-Typ) gesucht. b) Die Koordination der Agroscope VINQUEST Initiative (www.vinquest.ch) wird fortgesetzt (Patocchi et al. 2009). Der Netzwerk wird konsolidiert und bei Anfragen erweitert. Die von den Partnern gelieferten Befallsdaten werden validiert und via Homepage der Initiative veröffentlicht. 2) Unterstützung bei der Einführung von modernen Selektionstechnologien in ausgewählten Agroscope Züchtungsprogrammen: a) Züchtungsprogramme werden unterstützt bei der Anwendung von molekularen Markern für MAS, bei der Transition von SSR zu SNP Markern und/oder bei der Reduktion von genetic drag bei der Einkreuzung von Resistenzgenen (Baumgartner et al. 2015). b) In Zusammenarbeit mit nationalen (ETH Zürich) und internationalen Partnern (INRA Angers) werden Modelle zur genomischen Selektion ähnlich wie in Muranty et al. (2015) etabliert. Dafür stehen die Pflanzen der so genannte REFPOP in Wädenswil und an vier weiteren Standorten in Europa zur Verfügung. Phänotypische Daten über Frucht- und Baumeigenschaften werden bei den REFPOP Pflanzen in Wädenswil erhoben. Ein Teil der Genotypen der REFPOP wurden im Rahmen des Europäischen Projekt FruitBreedomics mit SNP Markern genotypisiert. Diesen Daten stehen zur Verfügung. Die Genotypen der „REFPOP“, die noch nicht mit SNP Markern genotypisiert sind, werden mit dem Illumina Apfel 20K SNP array genotypisiert. Die Modelle werden idealerweise unter Berücksichtigung der an den anderen fünf europäischen Standorten erhobenen phänotypischen Daten entwickelt (Interaktion Genotyp x Umwelt)- 3) Prüfung von neuen Züchtungstechnologien a) Die zwei Drittmittelprojekte MAACISA und WIRTO werden entsprechend ihren Projektbeschreibungen durchgeführt und abgeschlossen. b) In den Weizen- und Kartoffelversuchen werden Ertrag, Ertragskomponenten und Krankheiten wie in den Sortenprüfungen von Agroscope methodisch etabliert gemessen bzw. bonitiert. Phänotypisierungen der Pflanzen zum Vergleich der GV-Pflanzen mit ihrer Ausgangssorte orientieren sich zudem an den UPOV-Richtlinien. Auf Kartoffelblättern sowie Halmen und Blättern von Weizenpflanzen werden mehrmals in der Saison Blattläuse visuell bonitiert (siehe auch Projekt 18.16.19.8.01). Es werden gezielt GV-Pflanzen für neue Feldversuche gesucht, welche das Potential haben, die Nachhaltigkeit der Schweizer Landwirtschaft zu verbessern, wie z. B. eine erhöhte Krankheitsresistenz (Ziel: Reduktion von PSM) oder eine erhöhte Ressourcen-Effizienz (Ziel: Reduktion von Wasserverbrauch oder Dünger). Auch Pflanzen, die besser auf die Herausforderungen des Klimawandels angepasst sind (Ziel: erhöhte Stresstoleranz, erhöhte Trockenheitstoleranz), würden unter diese Kriterien fallen. 4) Koordination der Forschung mit gentechnisch veränderten Pflanzen auf der Protected Site Die Protected Site wurde 2014 etabliert (Romeis et al. 2013) und ist seither in Betrieb. Bei technischen Änderungen an der Sicherheitsanlage wird die Expertise von einem externen Sicherheitsfachplaner eingeholt. Mittels regelmässigem Controlling durch beratende Stellen (FedPol, StaPo Zürich) wird das Sicherheitskonzept (Schutz vor Vandalenakten) laufend überprüft. Die agronomische Betreuung baut auf dem Know-how im Versuchswesen der jeweiligen Kulturart (z. Bsp. Sortenprüfung Weizen/Kartoffeln sowie die Apfelzüchtung) bei Agroscope auf und orientiert sich an der guten

agronomischen Praxis. Bei diesen Arbeiten werden sämtliche Bewilligungsaufgaben berücksichtigt, wie beispielsweise das Reinigen der Saatmaschinen vor Verlassen des Feldes, und zusätzliche Auflagen (z. Bsp. Vogelnetze) müssen umgesetzt werden.

Kommen neue Versuche in Frage, werden, basierend auf den bisherigen Erfahrungen mit Freisetzungsgesuchen (Agroscope hat in den letzten zwei Jahren drei Gesuche eingereicht, die alle bewilligt wurden), die neuen Gesuchsteller fachlich und administrativ unterstützt.

Auf der Homepage www.protectedsite.ch, welche auf der Agroscope-Website eingebettet ist, wird die Öffentlichkeit laufend über die neuen und die laufenden Versuche informiert. Die Inhalte werden in Zusammenarbeit mit den beteiligten Forschenden und basierend auf dem bereits bestehenden Kommunikationskonzept sowie in Absprache mit der CCA Agroscope erstellt. Auf Anfrage werden weiterhin auch Führungen zur Protected Site durchgeführt werden. Je nach Bedarf werden sie vom Team Protected Site und/oder der an den Feldversuchen beteiligten Forschenden durchgeführt werden.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Baumgartner I.O., Kellerhals M., Costa F., Dondini L., Pagliarini G., Gregori R., Tartarini S., Leumann L., Laurens F., & Patocchi A. 2016. Development of SNP-based assays for disease resistance and fruit quality traits in apple (*Malus domestica* Borkh.) and validation in breeding pilot studies. *Tree genetics and genomes*, 12(3), 35.
- Jänsch M., Broggini G.A.L., Weger J., Bus V.G.M., Gardiner S.E., Bassett H., & Patocchi A. 2015. Identification of SNPs linked to eight apple disease resistance loci. *Molecular Breeding* 35 (1):45. doi:10.1007/s11032-015-0242-4
- Muranty H., Troggio M., Sadok I.B., Al Rifaï M., Auwerkerken A., Banchi E., Velasco M., Stevanato P., van de Weg W.E., Di Guardo M., Kumar S., Laurens F., Bink M.C.A.M. 2015. Accuracy and responses of genomic selection on key traits in apple breeding. *Horticulture research* 2, 15060
- Patocchi A., Frei A., Frey J., & Kellerhals M., 2009. Towards improvement of marker assisted selection of apple scab resistant cultivars: *Venturia inaequalis* virulence surveys and standardization of molecular marker alleles associated with resistance genes. *Molecular Breeding* 24 (4), 337-347.
- Romeis J., Meissle M., Brunner S., Tschamper D., & Winzeler M. 2013. Plant biotechnology: research behind fences. *Trends in Biotechnology* 31 (4), 222-224.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet

(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Die Nutzung von krankheitsresistenten Sorten ist ein nachhaltiger Ansatz, um den Pflanzenschutzmitteleinsatz in der Landwirtschaft zu verringern. Wir stellen den Züchtern die Grundlagen für eine effiziente Resistenzzüchtung zur Verfügung. Zusätzlich prüfen wir die Chancen und die ökologischen Risiken der Prototypen aus den neuen Züchtungstechnologien im Labor, im Gewächshaus und im Feld in der so genannten „Protected Site“.

Im Projekt werden Lösungen für die Herausforderungen der Pflanzenzüchtung gesucht. Wir stellen die Grundlagen wie z. B. die Identifikation, Kartierung und Entwicklung von molekularen Markern für die Marker gestützte Selektion von Resistenzquellen, Verständnis von Resistenzmechanismen, Informationen über das Vorkommen von virulenten Stämmen, usw. den Züchtern zur Verfügung. Neue Züchtungstechnologien entwickeln sich rasant. Auf dem Markt etablierte Sorten könnten durch diese Technologien effizient verbessert werden, und das ohne ihre positiven Eigenschaften zu verlieren. Die Grenzen zwischen den Produkten dieser neuen Züchtungsverfahren und klassisch gezüchteten Pflanzen verschmelzen zunehmend. Wir prüfen die Chancen und die ökologischen Risiken der Prototypen aus diesen neuen Züchtungstechnologien im Labor, im Gewächshaus und im Feld.

Genehmigung des Projektes

Datum: 27.09.2017	Visum FGL: paan
Datum: 27.09.2017	Visum FBL / KBL: wimi
Datum: 27.09.2017	Visum V SFF: wimi



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Agroscope

Programme d'activité

N° de projet

PA 2018-2021

18.03.15.03.03

Désignation abrégée/acronyme du projet (max. 20 caractères)

PMA-BIO Sélection

N° Domaine

15

Systèmes de production Plantes

N° Groupe

15.3

Baies et plantes médicinales

Chef-fe de projet/suppléant-e

José Vouillamoz / Catherine Baroffio

Durée du projet

Début du projet

Fin du projet

4 ans

2018

2021

Projet

Total des jours de travail sans fonds tiers	724
Contribution au CSR	3
Contribution à d'autres CSR	2

Enquête sur les besoins: contribution à la demande n°	14.4; 14.5; 14.6; 14.7
Le projet contient des travaux financés par des fonds tiers	☒ oui ☐ non
Le projet contient une contribution à l'agriculture biologique	☒ oui ☐ non

Titre dans la langue originale

Domestication et sélection de plantes médicinales et aromatiques pour la culture bio en zone de montagne

Sélection des plantes médicinales et aromatiques (PMA) en Suisse

Domestication et sélection des PMA pour la culture bio en zone de montagne

Rendement, homogénéité, huile essentielle, résistance aux facteurs biotiques et abiotiques, principes actifs

Situation initiale et problématique

La culture des plantes médicinales et aromatiques (PMA) est passée de l'amateurisme à la professionnalisation dès les années 1980. Depuis lors, le maché des PMA est en constante augmentation, grâce à une forte valeur ajoutée, en particulier du fait de la culture bio pour la quasi-totalité de la branche. Les acteurs de la filière sont demandeurs de variétés adaptées aux conditions de culture en Suisse, en particulier en zone de montagne. Afin d'assurer un soutien agronomique aux producteurs, Agroscope œuvre à la sélection, à la comparaison de différentes variétés ou provenance, ainsi qu'à la création de variétés satisfaisantes pour la production. Nos stakeholders sont pour la plupart réunis sous l'organisation faîtière Plantamont qui regroupe des membres de la production, de l'industrie et de la vulgarisation, et avec laquelle nous entretenons une étroite collaboration pour résoudre les problèmes.

Objectifs et questions de recherche

Agroscope est amené à résoudre les problèmes principaux des cultures de PMA en Suisse: manque d'homogénéité, bas rendements, gel hivernal, maladies et ravageurs, coûts de production élevés. Les solutions proposées reposent sur trois axes :

1) Domestication

Agroscope participe à la conservation des populations sauvages et à l'innovation dans la filière à travers la domestication d'espèces sauvages, comme par exemple l'orpin rose (*Rhodiola rosea*) qui est utilisée comme plante anti-stress dans l'industrie pharmaceutique, ou l'armoise valaisanne (*Artemisia vallesiaca*) qui offre une alternative identitaire et hautement qualitative au génépi.

2) Sélection

Agroscope élabore des nouvelles variétés adaptées aux conditions pédo-climatiques suisses. Elles sont créées par les méthodes de sélection classiques et elles sont proposées à la filière. Par exemple pour le thym, *Thymus vulgaris* 'Varico 3' convient particulièrement bien aux zones marginales, mais pour obtenir une variété plus productive, un programme de sélection d'une variété synthétique issue de lignées parentales est en train d'être mis sur pied. Pour la sauge (*Salvia officinalis*), une nouvelle variété en cours de sélection devrait permettre de résoudre un problème de production de semence. Une nouvelle variété d'hysope (*Hyssopus officinalis*) obtenue par polyploïdisation est en phase terminale de sélection et devrait permettre d'augmenter les rendements en huile essentielle. Afin d'augmenter la production en fleur, une nouvelle variété de primevère (*Primula officinalis*) est prête à être proposée à la production.

3) Tests variétaux

Des comparaisons de provenances sont également faites dans le but de sélectionner les meilleurs génotypes adaptés à la culture dans les conditions suisses, par exemple de la plante sucrante stévia (*Stevia rebaudiana*), et de la menthe poivrée (*Mentha × piperita*). Agroscope propose également une innovation à travers la mise en culture de nouvelles espèces, préférentiellement indigènes, comme par exemple le calament népéta (*Clinopodium nepeta*) et le calament des forêts (*Clinopodium sylvaticum*), des plantes aromatiques aux parfums attractifs qui offrent de nouvelles perspectives dans l'industrie agro-alimentaire (tisanes, bonbons).

Contribution concrète au CSR n° 3 (décrire en quelques phrases la contribution concrète et les nouvelles connaissances relatives au CSR, en précisant clairement le lien thématique avec les questions de recherche formulées dans le CSR)

Question 1) du CSR 3 : Comment créer et développer de nouvelles variétés de plantes cultivées plus performantes, adaptées aux stress biotiques et abiotiques, de haute qualité et qui répondent bien aux besoins de l'intensification écologique et des marchés ainsi qu'aux défis du changement climatique?

Contribution concrète : par polycross, nous travaillons sur la création d'une variété de primevère (*Primula veris*) avec des hampes florales plus hautes et une meilleure floribondité, et sur l'obtention d'une variété synthétique de sauge (*Salvia officinalis*) qui offre un meilleur rendement en semences, répondant ainsi aux besoins de la filière pour la production bio des PMA en Suisse. Pour le thym (*Thymus vulgaris*), nous travaillons sur la création d'une variété synthétique issue de cinq lignées sélectionnées pour leur descendance riche en huile essentielle (>1.5%) et très productive.

Question 2) du CSR 3 : Comment intégrer au mieux les nouveaux outils et les données issues de la génomique et de la phénotypique pour améliorer l'efficacité de la sélection et du choix variétal?

Contribution concrète : un projet de création d'un hybride de thym entre notre variété *Thymus vulgaris* 'Varico 3' et l'espèce iranienne endémique *Thymus daenensis* (haute teneur en huile essentielle) est en phase de développement, avec l'utilisation des marqueurs SSR pour MAS (Marker Assisted Selection) et l'étude de l'expression des gènes impliqués dans la biosynthèse des monoterpènes typiques du thym (thymol et carvacrol), en particulier les gènes HMGR, Ovtps 2, CYP71D178 et CYP71D182.

Question 3) du CSR 3 : Comment déployer et valoriser efficacement le progrès génétique au sein des filières agro-alimentaires au profit de la sécurité alimentaire?

Contribution concrète : en utilisant le safran (*Crocus sativus*) comme plante modèle, nous avons déjà testé l'utilisation des marqueurs RAPD ainsi que l'utilisation de HRM (High Resolution Melting) pour déceler des différences clonales et aussi pour détecter des fraudes éventuelles avec des espèces proches. En développant le bar-coding, on pourra à l'avenir également appliquer cette stratégie à toutes les espèces de PMA cultivées en Suisse.

Contribution à max 3 autres CSR (décrire en quelques phrases la contribution concrète relative aux questions de recherche formulées dans le CSR)

au CSR n° 2 : La sélection permet de fournir les meilleures variétés pour satisfaire aux systèmes et techniques de production des PMA en Suisse

Utilité principale pour l'agriculture biologique (dans le cas d'une contribution, la décrire concrètement en quelques phrases)

La quasi-totalité des cultures de PMA en Suisse sont bio, les variétés que nous testons et que nous proposons ont donc une utilisation directe dans l'agriculture biologique.

Matériel et méthodes (description sommaire)

Les techniques de sélection classiques sont utilisées. Une nouvelle variété de sauge (*Salvia officinalis*) est en cours d'obtention par polycross de huit provenances de toute l'Europe, sélectionnées pour leur profil phytochimique, leur homogénéité et leur fertilité. Une nouvelle variété de thym (*Thymus vulgaris*) obtenue par hybrides de clones est à l'étude. Une nouvelle variété d'hysope (*Hyssopus officinalis*) est en cours d'obtention par polyploïdisation suite à un traitement des semences avec de la colchicine. La variabilité génétique des différentes menthes (*Mentha* sp.) a été étudiée par les marqueurs moléculaires RAPD (Random Amplification of Polymorphic DNA). La variabilité génétique

des populations naturelles de *Rhodiola rosea* en Suisse et en Europe a été estimée par microsatellites. L'utilisation de HRM (High Resolution Melting) dans la répression des fraudes (modèle: safran, *Crocus sativus*) a été amorcée et mérite développement.

Bibliographie (toutes dernières connaissances / ne citer que quelques publications propres et étrangères scientifiques et axées sur la pratique)

- Vouillamoz JF, Wolfram-Schilling E, Carron C-A, Baroffio CA (2016). Agronomical and phytochemical evaluation of *Stevia rebaudiana* genotypes. *Julius-Kühn-Archiv*, 453: 85-88
- Vouillamoz JF, Carlen C, Tagliatela-Scafati O, Pollastro F, Appendino G (2015). The génépi *Artemisia* species. *Ethnopharmacology, cultivation, phytochemistry, and bioactivity*. *Fitoterapia* 106:231-241
- Carlen C, Simonnet X (2015). Breeding and Germplasm Preservation. In *Medicinal and Aromatic Plants of the World*, Vol 1, pp 113-130.
- György S, Vouillamoz JF, Höhn M (2016). Microsatellite markers reveal common East Alpine–Carpathian gene pool for the arctic–alpine *Rhodiola rosea* (Crassulaceae). *Plant Systematics and Evolution* 302 (6):721-730.
- György Z, Vouillamoz JF, Ladányi M, Pedryc A (2014). Genetic survey of *Rhodiola rosea* L. populations from the Swiss Alps based on SSR markers. *Biochemical Systematics and Ecology* 54:137-143.

Teaser et résumé succinct du projet pour la communication/Internet
(Teaser: max. 400 caractères; résumé succinct: max. 800 caractères, espaces inclus)

Domestication et sélection des plantes médicinales et aromatiques pour obtenir du matériel végétal adapté à la culture bio en zone de montagne

La recherche et le développement agronomiques jouent un rôle essentiel pour améliorer la culture des plantes médicinales en augmentant leur qualité, leur rentabilité et leur durabilité. La domestication des plantes alpines et la sélection des meilleures variétés permettent de répondre aux exigences et besoins de la filière. La sélection nécessite, selon les espèces, entre 5 et 10 ans pour obtenir une nouvelle variété. Pour réagir rapidement aux demandes de la filière, des méthodes de sélection plus rapides doivent être étudiées, en particulier l'utilisation de marqueurs génétiques et phytochimiques à un stade précoce du programme de sélection.

Approbation du projet

Date: 01-09-2017	Visa R GR: vojo
Date: 01-09-2017	Visa R DR / R DC: cach
Date: 27-09-2017	Visa R CSR: wimi



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Agroscope

Programme d'activité

N° de projet

PA 2018-2021

18.03.15.04.01

Désignation abrégée/acronyme du projet (max. 20 caractères)

CréationAbPoi

N° Domaine

15 Systèmes de production Plantes

N° Groupe

15.4 Production fruitière en région alpine

Chef-fe de projet/suppléant-e

Danilo Christen / Philippe Monney

Durée du projet

Début du projet

Fin du projet

4 ans

2018

2021

Projet

Total des jours de travail sans fonds tiers	1420
Contribution au CSR	3
Contribution à d'autres CSR	2, 5, 10

Enquête sur les besoins: contribution à la demande n°	3.71, 13.46, 13.196, 16.21, 18.4, 18.5, 18.80, 18.81, 18.92, 18.93, 18.118, 27.7, 27.11, 27.14
Le projet contient des travaux financés par des fonds tiers	☒ oui ☐ non
Le projet contient une contribution à l'agriculture biologique	☒ oui ☐ non

Titre dans la langue originale

Création de variétés d'abricots et de poires de haute qualité, de haute performance agronomique et hautement tolérantes aux maladies

Création de variétés d'abricots et de poires

Breeding apricot and pear varieties exhibiting high fruit quality, high agronomic performance and high disease tolerance

Apricot breeding, pear breeding, phenotyping, MAS, G-WAS, genetic resources

Situation initiale et problématique

Situation initiale

Alors que les surfaces suisses des fruits à pépins ont diminué de plus de 20% depuis 1995, les surfaces des fruits à noyau ont augmenté durant la même période, avec +105 ha (+24%) pour les cerises, +162 ha (+94%) pour les pruneaux et +193 ha (+38%) pour les abricots, ce qui porte la surface totale à env. 700 ha. De plus, le marché est bon pour les abricots suisses, surtout en raison de la vente directe très importante (surtout avec la variété Luizet), de l'image positive et de la forte identité régionale (marque Valais®), de la protection à l'importation durant la production indigène, des chaînes d'approvisionnement courtes (récolte à maturité possible) et des segments de prix très élevés. Donc à côté des surfaces, la rentabilité a également augmenté depuis les années 1980.

Ces bons résultats peuvent en grande partie être expliqués par le renouvellement variétal du verger d'abricotier qui a été financé dès 1995 par les pouvoirs publics. Pour répondre à la demande de la grande distribution, le but renouvellement a été de remplacer le Luizet, seule variété produite à l'époque par un assortiment de variétés à maturité plus étalée et qui supportent mieux les manipulations. Le succès ne s'est pas fait attendre, avec une professionnalisation de la production, par exemple en maîtrisant l'alternance ou en produisant 90% de fruits de 1er choix et surtout avec des prix producteurs passant de CHF 1.50 à environ CHF 3.- par kilo.

Problématiques

Avec près de 3000 ha, la Suisse romande représente presque 50% des surfaces de la production fruitière suisse, le Valais étant le canton suisse le plus important avec 35% des surfaces. Les conditions pédoclimatiques conditionnent la rentabilité des cultures fruitières, ceci de façon encore plus prononcée en Valais avec son climat sec et chaud en été.

Certaines variétés ne peuvent être produites qu'en Valais, ceci est particulièrement le cas pour certains créneaux de maturité, soit très précoce ou très tardif. Pour les abricots, un deuxième renouvellement variétal est pourtant nécessaire en Suisse, car malgré ces succès, de nombreux problèmes subsistent avec l'assortiment proposé, surtout au niveau de la qualité des fruits. En effet, l'abricot reste un fruit très sensible aux aléas climatiques, la maturité est très hétérogène déjà sur l'arbre et l'évolution post-récolte est très rapide. Une autre limitation intrinsèque aux abricotiers, réside dans leur aire d'adaptation qui est plus restreinte que pour d'autres fruits, ce qui limite le nombre de variétés disponibles pour les producteurs suisses. Cette caractéristique mène à des préoccupations d'ordre techniques, sanitaires et de régularité de la production. Finalement, l'assortiment actuel propose des variétés souvent très sensibles aux différentes maladies de l'abricotier et la mortalité des arbres restent trop importante. Au contraire des maladies sur d'autres fruitiers, plusieurs obstacles compliquent le développement de ces tests de sensibilités, comme l'absence de résistance mono-génique, une trop grande influence des conditions climatiques, environnementales et des systèmes de production ou une variabilité des symptômes selon les régions ou les années. Les méthodes actuelles pour tester la sensibilité variétale à la moniliose, à la bactériose et à l'enroulement chlorotique restent très grossières et le développement de méthodes plus précises permettrait de mieux comparer les variétés entre elles. A côté des variétés « modernes », les anciennes variétés représentent une source de diversité génétique importante. Il est essentiel de conserver et de décrire ces ressources génétiques premièrement pour des raisons historiques, mais également afin de pouvoir utiliser certaines accessions comme futurs parents dans un programme d'amélioration génétique. Ces études sont en cours de réalisation dans un projet NAP (collaboration avec l'Association de l'Arboretum du Vallon de l'Aubonne).

Depuis 2006, les programmes d'amélioration génétique abricotiers et poiriers d'Agroscope ont pour but de mettre à disposition des variétés qui permettent d'augmenter la compétitivité des arboriculteurs suisses et de fournir aux acteurs des filières arboricoles – producteurs, commerces et consommateurs – des plus-values au niveau de la productivité, des manipulations et de la qualité des fruits. Les objectifs de sélection ont été définis pour créer des variétés adaptées aux conditions pédoclimatiques suisses, capables de faire face aux facteurs abiotiques et présentant des tolérances aux maladies principales, comme le feu bactérien pour les poiriers et comme la moniliose, la bactériose et l'enroulement chlorotique pour les abricotiers. Les travaux de sélection ont permis de déposer des demandes de protection variétale pour une variété de poire ('CH201' est tolérante au feu bactérien) et pour deux variétés d'abricots ('ACW4353' est tolérante à la moniliose sur fleurs et 'ACW4477' est tolérante à la bactériose). La commercialisation de ces variétés est gérée par notre partenaire VariCom.

A côté de la sélection classique, l'utilisation d'outils moléculaires permettent de comprendre les mécanismes de résistances aux maladies et d'améliorer l'efficacité des processus de sélection. L'élaboration de cartes génétiques a permis de déterminer des régions du génome (QTL) responsable de la résistance à la bactérie *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* (XAP). D'autres régions responsables de la précocité de la floraison, de l'habitus des arbres et de la qualité des fruits, ont également été identifiées (Socquet-Juglard *et al.*, 2012). Ces études sont une base pour le développement de sélection assisté par marqueurs moléculaires (SAM). Plus récemment, le séquençage et les progrès en bio-informatique permettent le développement de sélection génomique. Un projet en collaboration avec le Fibl et financé par l'OFAG permet d'envisager l'utilisation de ces nouvelles approches (Genome-Wide Association Study). L'évaluation des variétés modernes et des ressources génétiques est un soutien important aux programmes d'amélioration génétique abricotiers et poiriers d'Agroscope, d'une part par le développement de tests de sensibilités variétales qui peut être la base de phénotypages performants et d'autre part par l'introduction de caractères intéressants dans le pool génétique et le développement d'études de génétique d'association. Ces différentes approches contribuent au développement de stratégies durables permettant de limiter l'utilisation d'intrants.

Objectifs et questions de recherche

1. Sélection classique – Programme d'amélioration génétique abricotiers et poiriers : Développer des variétés commerciales. Réaliser 20 combinaisons de croisements ciblés et planter 1000 génotypes chaque année. Sélectionner de façon classique les génotypes favoris d'abricotiers et de poiriers. Distribuer les génotypes favoris à des partenaires suisses et internationaux. Assurer le suivi technique des génotypes proposés en protection variétale. Objectif optionnel : en fonction des résultats de l'analyse du Portefeuille Sélection Suisse 2050, analyser la faisabilité de reprendre des croisements poiriers pour l'amélioration génétique.
2. Sélection moléculaire – Programme d'amélioration génétique abricotiers : Développer de tests de phénotypages pour la sensibilité à la moniliose sur fleurs et identifier des QTL de résistance à la moniliose (en collaboration avec INRA Avignon). Analyser la faisabilité d'utilisation de SAM pour certaines descendance de croisements d'abricotiers. Développer des tests de phénotypages pour la sensibilité à la bactériose. Objectifs optionnels : identifier des QTL de résistance à la bactériose (en collaboration avec INRA Avignon). Développer des tests de phénotypages pour la sensibilité à l'enroulement chlorotique. Remarque : ces objectifs sont liés à des financements tiers.
3. Sélection génomique – Programme d'amélioration génétique abricotiers : Développer de nouvelles approches génomiques (Genome-Wide Association Study). Procéder au phénotypage d'une collection de ressources génétiques internationales (en coll. avec INRA Avignon et GR 14.4). Remarque : cet objectif est lié à un financement tiers.

4. Ressources génétiques abricotiers : Suite à l'inventaire des ressources génétiques abricotiers, mettre en place un verger de conservation, décrire de façon pomologique et de façon agronomique les accessions d'abricotiers suisses. Choisir des accessions suisses potentiellement intéressantes pour une introduction dans la collection internationale utilisée pour la sélection génomique. Remarque : cet objectif est lié à la suite du financement d'un projet PAN.
5. Transfert des connaissances : Informer tous les acteurs de la filière arboricole et les partenaires par des journées d'information et des publications.

Contribution concrète au CSR n° 3 (décrire en quelques phrases la contribution concrète et les nouvelles connaissances relatives au CSR, en précisant clairement le lien thématique avec les questions de recherche formulées dans le CSR)

1. Créer et développer de nouvelles variétés d'abricots et de poires plus performantes, adaptées aux stress biotiques et abiotiques, de haute qualité et qui répondent bien aux besoins de l'intensification écologique et des marchés ainsi qu'aux défis du changement climatique
2. Développer des nouveaux outils et générer des données issues de la génomique et du phénotypage pour améliorer l'efficacité de la sélection d'abricots et de poires et le choix variétal.
3. Conservation et caractériser les ressources génétiques abricotiers.

Contribution à max 3 autres CSR (décrire en quelques phrases la contribution concrète relative aux questions de recherche formulées dans le CSR)

au CSR n° 2 : Par la création de variétés d'abricots performantes, contribution à des systèmes de vergers innovants qui améliorent l'efficacité des ressources et la valeur ajoutée des fruits.

au CSR n° 5 : Par la création de variétés d'abricots tolérantes, contribution à une meilleure compréhension des mécanismes d'interactions plantes-pathogènes et à une réduction de l'utilisation des intrants phytosanitaires dans les vergers.

au CSR n° 10 : Par la création de variétés d'abricots de haute qualité, contribution au maintien de la qualité et à une meilleure performance de la chaîne complète d'approvisionnement des fruits.

Utilité principale pour l'agriculture biologique (dans le cas d'une contribution, la décrire concrètement en quelques phrases)

Création de variétés d'abricots tolérantes à la moniliose sur fleurs.

Matériel et méthodes (description sommaire)

Des méthodes de sélection classiques et moléculaires sont utilisées pour l'amélioration génétique de l'abricotier et pour la sélection de poiriers. Le choix des partenaires de croisement se fait à partir de variétés internationales, qui sont soit commerciales soit d'anciennes variétés qui apportent un caractère particulier. Les croisements ciblés d'abricots (env. 6000) sont réalisés par pollinisation après castration, ceci sur plusieurs parcelles différentes (minimiser les risques de gels, étalement des travaux avec l'altitude). Env. 2000 noyaux sont récoltés et mis en stratification afin d'obtenir 1000 plantules par année, tous plantés en verger de niveau 1 (pas de test précoce moléculaire ou en serre disponible pour réduire le nombre de génotype à évaluer). L'évaluation de la qualité des arbres et des fruits se fait entre la 3^{ème} et la 5^{ème} année. Les génotypes favorisés (env. 10 par an) sont greffés sur BA29 et plantés à 4 exemplaires en niveau A pour une évaluation plus approfondie et une comparaison avec les nouvelles variétés internationales, également au niveau de test consommateurs. Cette évaluation dure encore 5 ans et les génotypes favorisés (env. 1 par an) sont mis au stock nucléaire de Wädenswil et distribués dans les réseaux d'évaluation externe (partenaires VariCom et sites internationaux d'évaluation variétale). Les meilleurs génotypes seront finalement mis en marché par notre partenaire VariCom. Dans le cadre du projet tiers ABBIO, une parcelle comprenant 160 variétés / ressources génétiques mondiales a été plantée en hiver 2017/18, afin d'engager une approche GWAS en partenariat avec l'INRA d'Avignon. Les ressources génétiques abricotiers ont été répertoriées en Suisse (projet PAN en partenariat avec l'Arboretum d'Aubonne). Une collection va être plantée en 2018, afin de pouvoir débiter la description pomologique et agronomique des accessions suisses.

Bibliographie (toutes dernières connaissances / ne citer que quelques publications propres et étrangères scientifiques et axées sur la pratique)

- Gabioud S., Maurer A., Cotter P.Y., Baumgartner D., Christen D. 2015. Influence of temperature, 1-MCP, MA and CA on quality and aroma profiles of 'Goldrich' apricots. *Acta horticulturae* 1071:297-302.
- Socquet-Juglard D., Christen D., Devènes G., Gessler C., Duffy B., Patocchi A. 2013. Mapping architectural, phenological, and fruit quality QTLs in apricot. *Plant Molecular Biology Reporter* 31(2):387-397.
- Socquet-Juglard D., Christen D., Duffy B., Pothier J.F., Gessler C. Patocchi A. 2013. Identification of a major QTL for *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* resistance in apricot. *Tree Genetics and Genomes* 9(2), 409-421.

- Socquet-Juglard D., Kamber T., Pothier J.F., Christen D., Gessler C., Duffy B., Patocchi A. 2013. Comparative RNA-seq analysis of early-infected peach leaves by the invasive phytopathogen *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*. *PLoS ONE* 8(1):e54196.
- Le Roux P.-M., Christen D., Duffy B., Tartarini S., Dondini L., Yamamoto T., Nishitani C., Terakami S., Lespinasse Y., Kellerhals M., Patocchi A. 2012. Redefinition of the map position and validation of a major quantitative trait locus for fire blight resistance of the pear cultivar 'Harrow Sweet' (*Pyrus communis* L.). *Plant breeding* 131(5), 656–664.

Teaser et résumé succinct du projet pour la communication/Internet
(Teaser: max. 400 caractères; résumé succinct: max. 800 caractères, espaces inclus)

Le but principal du projet est de créer de nouvelles variétés d'abricots et de poires plus performantes, adaptées aux stress biotiques et abiotiques, de haute qualité et qui répondent bien aux besoins de l'intensification écologique et des marchés ainsi qu'aux défis du changement climatique, ceci par des méthodes de sélection classique, moléculaire et génomique.

Le but principal du projet est de créer de nouvelles variétés d'abricots et de poires plus performantes, adaptées aux stress biotiques et abiotiques, de haute qualité et qui répondent bien aux besoins de l'intensification écologique et des marchés ainsi qu'aux défis du changement climatique, ceci par des méthodes de sélection classique et moléculaire. Le développement de phénotypage plus précis permettra de développer une Sélection Assistée par Marqueurs, notamment pour des résistances aux maladies. La caractérisation des ressources génétiques permettra de générer des données utilisées dans des nouvelles approches génomiques. Ces méthodes permettront d'améliorer l'efficacité de la sélection d'abricots et de poires. VariCom s'occupe de la commercialisation des variétés Agroscope.

Approbation du projet

Date:	14-09-2017	Visa R GR:	cnda
Date:	14-09-2017	Visa R DR / R DC:	cach
Date:	27-09-2017	Visa R CSR:	wimi



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Agroscope

Programme d'activité

N° de projet

PA 2018-2021

18.03.15.06.01

Désignation abrégée/acronyme du projet (max. 20 caractères)

Sélection vigne

N° Domaine

15

Système de production plantes

N° Groupe

15.6

Viticulture

Chef-fe de projet/suppléant-e

Spring Jean-Laurent / Zufferey Vivian

Durée du projet

Début du projet

Fin du projet

4 ans

2018

2021

Projet

Total des jours de travail sans fonds tiers	3828
Contribution au CSR	3
Contribution à d'autres CSR	CSR 5,10,17

Enquête sur les besoins: contribution à la demande n°	13.28, 18.4, 18.5, 18.99, 29.7, 29.44, 29.53
Le projet contient des travaux financés par des fonds tiers	☒ oui ☐ non
Le projet contient une contribution à l'agriculture biologique	☒ oui ☐ non

Titre dans la langue originale

Sélection clonale, création et testage variétal, conservation de la biodiversité pour une viticulture durable permettant une réduction des intrants. Diffusion du matériel sélectionné par la filière de certification suisse.

Sélection et création variétale pour une viticulture durable.

Clonal selection, breeding of new grape varieties, conservation of biodiversity for a sustainable viticulture and reduction of inputs. Diffusion of base material for the swiss certification.

Viticulture, clonal selection, grape breeding, conservation of biodiversity, swiss certification

Situation initiale et problématique

La mise à disposition des viticulteurs de matériel végétal adapté aux conditions spécifiques du vignoble suisse est une condition sine qua non pour assurer à long terme sa compétitivité et sa survie. Les conditions cadre spécifiques de la viticulture suisse (conditions climatiques entraînant une forte pression des maladies, frais de productions élevés, attente importante des consommateurs en matière d'originalité, de qualité et de spécificité de la production soumise à un standard écologique élevé) conditionne une recherche interdisciplinaire (génétique, agronomique, œnologique, sensorielle et analytique) axée sur ces spécificités.

La création variétale est orientée vers la sélection de cépages de cuve de haute qualité et typicité, présentant des résistances aux maladies fongiques (botrytis cinerea, plasmopora viticola, uncinula necator) responsables de la majorité des traitements phytosanitaires nécessaires pour protéger les variétés classiques sensibles aux maladies. Les travaux conduits à Agroscope ont déjà permis d'homologuer de 1990 à 2017 13 cépages dotés d'une résistance élevée à botrytis cinerea qui couvraient 870 ha en 2015 (près de 10% de l'encépagement rouge du pays). Dès 1996, le Agroscope vise la mise en marché de cépages résistants à l'ensemble des principales maladies fongiques de la vigne (mildiou, oïdium et pourriture grise) ce qui permet de réduire de manière drastique l'utilisation des intrants phytosanitaires. Un premier cépage multirésistant et très qualitatif (Divico) a été mis sur le marché en 2013. Une prochaine homologation d'un cépage blanc suivra en 2019 (IRAC 2060). Depuis 2009, une convention de co-obtention avec l'INRA de Colmar a permis la création de trois populations (>400 génotypes) pyramidant au moins 2 QTL de résistance pour le mildiou et l'oïdium. Les travaux effectués sur la première population (81 génotypes) a permis la sélection de 15 candidats pour la

mise en place d'un essai VATE en France et en Suisse en vue de l'homologation de futures co-obtentions franco-suisse à l'horizon 2023-2024.

La sélection clonale vise à prospecter et à sauvegarder à long terme la biodiversité des cépages autochtones et traditionnels suisse. A l'heure actuelle, deux conservatoires ont été constitués sur les domaines expérimentaux de Pully (VD) et de Leytron (VS) qui regroupent plus de 1800 biotypes de 24 cépages issus de prospections effectuées dans des vignes de l'ère pré-clonale de 1923 à 2016. Le testage des performances des clones les plus prometteurs en comparaison avec des clones standards suisse et étrangers a déjà permis l'homologation et la diffusion de 55 clones de 32 cépages et de trois porte-greffe dans la filière de certification suisse. Les clones sélectionnés par Agroscope sont pour certains très répandus dans le vignoble. Les travaux en cours permettront dans un délai de 8-10 ans l'homologation de 25 à 30 nouveaux clones complétant l'offre actuelle assurant une large palette de choix pour le viticulteur. En dehors des aspects culturels et œnologiques, les clones sélectionnés à Agroscope sont particulièrement axés sur une faible sensibilité à *Botrytis cinerea* qui est le pathogène fongique économiquement le plus important et contre lequel la lutte chimique présente des problèmes particuliers (résistances, résidus potentiels dans les vins).

La sélection clonale et la création variétale nécessitent l'entretien à long terme de collections sauvegardant ce matériel génétique (conservatoires de têtes de clones à Leytron et Pully, collection ampélographique à Pully) permettant la préselection de clones candidats particulièrement intéressants ou servant de source génétique pour les travaux d'amélioration variétale (croisements). La collection ampélographique de Pully (>600 accessions) sert également de collection de référence au niveau national et de fourniture de matériel végétal pour des collections nationales et internationales notamment pour de nombreuses variétés menacées du vignoble suisse dans le cadre des travaux conduits par la CPC.

La sélection clonale et la création variétale d'Agroscope aboutissent à la mise à disposition de clones dans la filière de certification suisse. Les travaux nécessaires à l'agrément des nouveaux clones sont conduits en collaboration avec le groupe de recherche en virologie et aboutit à l'introduction en conservatoire du matériel initial (conservatoire extérieur et insect proof à Changins). L'alimentation en matériel de pré-base pour les parcelles P1 est assuré par le groupe de recherche Viticulture.

Le testage agronomique et œnologique des clones de cépages traditionnels et des nouvelles variétés sélectionnées par Agroscope et la diffusion du matériel de pré-base dans la filière de certification suisse est une tâche légale (Factsheet 3. Zertifizierung Vermehrungsmaterial Vitis, Factsheet 4: Sortenvermehrung, Eignungsprüfung von Rebsorten zwecks Aufnahme ins Rebsortenverzeichnis/ klonale Selektion).

Objectifs et questions de recherche

1. Entretien des conservatoires destinés à la sauvegarde de la diversité clonale des principaux cépages traditionnels et autochtones suisses. Ces ressources génétiques sont essentielles pour la poursuite des travaux de sélection clonale. Pour la période 2018-2021: préselection de clones de Chasselas issus de prospections récentes, caractérisation de la diversité clonale de 180 accessions (financement tiers: Fondation Conservatoire mondial du Chasselas 15 000.-/an de 2016-2018). Préselection de candidats clones de Pinot noir et de Pinot gris. La préselection de clones candidats de Gewürztraminer sur la richesse en arômes (terpènes) est conduite en collaboration avec le groupe analyse des vins et la haute école de Changins (projet UMR). Entretien et alimentation de la collection ampélographique nationale de Pully: cette ressource génétique est essentielle pour les travaux d'amélioration variétale et pour la sauvegarde de variétés historiques suisses en danger (collaboration avec CPC).
2. Sélection clonale. Des collections d'études ont été installées pour évaluer l'intérêt agronomique et œnologique de candidats clones préselectionnés dans les conservatoires et de documenter, par rapport à des clones standards, les performances des clones diffusés par la filière de certification suisse. Ces travaux sont conduits en collaboration avec le groupe Virologie qui effectue les tests (ELISA) pour les introductions en conservatoire et la procédure d'indexage nécessaire à l'introduction du matériel initial en conservatoire extérieur et insect proof à Changins. Pour la période 2018-21 les essais porteront sur les cépages Gamay, Pinot blanc et Gewürztraminer à Pully et Roussanne, Syrah, Cornalin et Savagnin blanc à Leytron, Räuschling à Stäfa. Un projet de caractérisation clonale de l'ensemble des clones d'Arvine du conservatoire (108 clones) est poursuivi (convention Agroscope/Etat du Valais). Ce projet, co-financé par les deux parties doit permettre de caractériser agronomiquement et œnologiquement les aptitudes des derniers 40 clones et proposer un concept de sélection massale dirigée regroupant des clones compatibles au niveau des aptitudes agronomiques. Ce même concept sera étudié à Pully et à Leytron pour le Gamay.
3. Sélection de cépages résistants aux maladies fongiques (mildiou, oïdium, pourriture grise): pour la période 2018-21 l'activité se concentrera à la sélection agronomique et œnologique de génotypes Agroscope/INRA cumulant au minimum 2 QTL de résistance au mildiou et à l'oïdium selon convention entre les deux instituts. 15 candidats sélectionnés sur une première population feront l'objet de la mise en place d'un essai VATE en France et en Suisse en 2018 (homologations prévues: 2023-24). Une autre population de 160 génotypes fera l'objet d'un phénotypage à Pully et à Colmar de 2017-2020 et une troisième population de 190 génotypes y sera installée en 2018. Une collaboration est prévue avec le groupe Mycologie pour étudier le lien entre QTL de résistance mildiou et les marqueurs biochimiques (stilbènes) ainsi que pour la mise au point de marqueurs biochimiques pour la résistance à l'oïdium.

Un nouveau cépage blanc (IRAC 2060) fera l'objet d'une homologation et sera diffusé dans la filière de certification suisse en 2019.

4. Testage variétal: réalisé pour donner suite à des demandes d'inscription de cépages dans la liste fédérale, pour juger de l'intérêt de nouveaux cépages sélectionnés à Agroscope ou par d'autres instituts de recherche et pour préciser l'intérêt de variétés autochtones suisses notamment en relation avec leur potentiel œnologique, les modes de vinifications et l'interaction avec différents terroirs. Ces expérimentations sont effectuées sur les domaines Agroscope et on farm chez des viticulteurs intéressés sous contrats d'expérimentation pour les nouveaux cépages (financement tiers). Un projet visant à l'évaluation de différentes modalités de mise en valeur œnologique de variétés autochtones suisses et de nouveaux cépages Agroscope fait également l'objet d'une collaboration entre Agroscope et un acteur important du secteur viti-vinicole suisse (Rouvinez Orsat), ce projet fait également l'objet d'un financement tiers.
5. Conservation et diffusion par la filière de certification CH des clones Agroscope. Fourniture du matériel de pré-base pour les parcelles P1. Entretien du conservatoire extérieur.

Contribution concrète au CSR n° 3 (décrire en quelques phrases la contribution concrète et les nouvelles connaissances relatives au CSR, en précisant clairement le lien thématique avec les questions de recherche formulées dans le CSR)

1. Sauvegarde de la biodiversité. Assurer la sauvegarde de la biodiversité génétique des cépages traditionnels et autochtones suisses via les conservatoires de Pully et Leytron (>1800 biotypes de 24 cépages), matériel de base pour l'activité de sélection clonale. Caractériser la biodiversité de 180 clones de Chasselas (projet avec financement tiers), caractériser la biodiversité du conservatoire Pinot noir et Pinot gris pour la pré-sélection de candidats clones. Caractériser la biodiversité du conservatoire Gewürztraminer (avec étude du potentiel aromatique), projet UMR en collaboration avec la haute école de Changins. Entretenir et alimenter la collection ampélographique nationale de Pully (>600 accessions), source génétique pour le programme d'amélioration variétale et pour la sauvegarde de variétés historiques suisses en danger (collaboration avec CPC).
2. Sélection clonale. Sélection agronomique et œnologique de nouveaux clones Agroscope destinés à la filière de certification suisse pour les cépages: Gamay, Gamays teinturiers, Pinot blanc, Gewürztraminer, Roussanne, Syrah, Cornalin, Savagnin blanc et Räuschling. Caractérisation de l'ensemble du conservatoire Arvine (co-financement selon convention avec l'Etat du Valais), étude d'un concept de sélection massale dirigée pour ce cépage et pour le Gamay à Pully et Leytron.
3. Sélection de cépages résistants aux maladies. Poursuite du projet de co-obtentions franco-suisses Agroscope/INRA de cépages résistants avec pyramidation (min 2 QTL de résistance pour mildiou et oïdium) de gènes de résistance: mise en place d'un premier essai VATE avec 15 cépages issus d'une première population (homologation 2023-2024), phénotypage d'une deuxième population de 160 génotypes dès 2017 et installation d'une 3^{ème} population de 190 génotypes à Pully en 2018 selon convention entre les deux instituts. Homologation d'un cépage résistant blanc Agroscope en 2019 (IRAC 2060). Etude de la relation entre QTL de résistance et marqueurs biochimiques pour la résistance mildiou, développement de marqueurs biochimique pour la sélection oïdium (collaboration avec groupe Mycologie).
4. Testage variétal. Phénotypage agronomique et œnologique des nouveaux cépages développés à Agroscope, mise au point des modalités et protocoles de vinifications adaptés pour ces variétés ainsi que pour les cépages autochtones suisses. Projet réalisés sur les domaines Agroscope et on farm chez les viticulteurs et entreprises d'encavage intéressées sous contrats d'expérimentation (projet avec sources de financement tiers partielles). Testages de cépages sélectionnés par d'autres instituts. Introduction dans la liste fédérale des cépages.
5. Conservation et diffusion par la filière de certification CH des clones Agroscope. Fourniture du matériel de pré-base pour les parcelles P1. Entretien du conservatoire extérieur.

Contribution à max 3 autres CSR (décrire en quelques phrases la contribution concrète relative aux questions de recherche formulées dans le CSR)

au CSR n° 2 : La sélection de clones et de variétés résistantes ou peu sensibles aux maladies contribue au développement de méthodes de production résilientes et efficaces en ressources (diminution des frais de production, empreinte écologique)

au CSR n° 5 : Réduction des intrants phytosanitaires par la sélection de clones et de variétés résistantes ou peu sensibles aux maladies (Description)

au CSR n° 10 : Production de vins avec un profil écologique très marqué (variétés résistantes), diversification des types de vins en adéquation avec l'évolution du marché (nouveaux cépages, amélioration du potentiel agronomique et œnologique des variétés autochtones suisses)

Utilité principale pour l'agriculture biologique (dans le cas d'une contribution, la décrire concrètement en quelques phrases)

Développement de variétés résistantes aux principales maladies fongiques (mildiou, oïdium, pourriture grise du raisin) permettant de réduire drastiquement les intrants phytosanitaires fongicides en viticulture (réduction de 70-100%)
 Développement de clones de variétés traditionnelles et autochtones peu sensibles à *Botrytis cinerea*. La sensibilité à la pourriture grise du raisin reste le pathogène économiquement le plus important en Suisse. La biodiversité présente dans la plupart des variétés traditionnelles permet de sélectionner des clones nettement moins sensibles à ce pathogène.

Matériel et méthodes (description sommaire)

Le processus de sélection clonale suivi à Agroscope est décrit dans: "Cépages. Principales variétés de vigne cultivées en Suisse", Dupraz Ph. et Spring J.-L., Ed. AMTRA. Pages 10-13.
 La création de nouveaux cépages est réalisée par la technique d'hybridation classique décrite dans: "Biologie et écologie de la vigne" 2^{ème} édition. Huglin P. et Schneider Chr. Pages 176-190.

Bibliographie (toutes dernières connaissances / ne citer que quelques publications propres et étrangères scientifiques et axées sur la pratique)

- Alonso-Villaverde V., Voinesco F., Spring J.-L. and Gindro K. 2012. The effectiveness of stilbenes in resistant Vitaceae: ultrastructural and biochemical events during *Plasmopara viticola* infection process. PPB 49, 265-274.
- Gindro K., Alonso Villaverde V., Voinesco F., Spring J.-L., Viret O. and Dubuis PH. 2012. Susceptibility to downy mildew in grape clusters: new microscopical and biochemical insights. PPB 52: 140-146.
- Gindro K., Berger V., Godard S., Voinesco F., Schnee S., Viret O. and Alonso Villaverde V. 2012. Protease inhibitors decrease the resistance of Vitaceae to *Plasmopara viticola*. PPB: 60: 74-80.
- Eibach R., Zyprian E., Töpfer R. 2007. The use of marker assisted selection (MAS) for pyramiding resistance genes in new grapevine cultivars. XXXth OIV World Congress of Vine and Wine, Budapest 10-16 June 2007. 6pp.
- Bouquet A., Pauquet J., Adam Blondon AF., Torregosa L., Merdinoglu D., Wiedermann-Merdinoglu S. 2000. Vers l'obtention de variétés de vignes résistantes à l'oïdium et au mildiou par les méthodes conventionnelles et biotechnologiques. Bulletin de l'OIV 73 (833-834) 445-452.
- Gindro K., Alonso Villaverde V., Viret O., Spring J.-L., Marti G., Wolfender J.-L., Pezet R. 2011. Stilbenes: biomarkers of grapevine resistance to diseases. In : Plant Defence: Biological Control. Springer Verlag, 25-54.
- Spring J.-L., Gindro K., Voinesco F., Jermini M., Ferretti M., Viret O. 2013. Divico, premier cépage résistant aux principales maladies de la vigne sélectionné par Agroscope. RSVAH 45 (5), 292-303.
- Spring J.-L., Reynard J.-S., Zufferey V., Verdenal T., Duruz Ph., Viret O. 2016. Diversité intra variétale et sélection clonale de la Petite Arvine. RSVAH 48(3): 156-163.
- Spring J.-L., Reynard J.-S. 2017. Sélection clonale d' Agroscope. Catalogue des clones diffusés par la filière de certification suisse: mise à jour 2016. RSVAH 49(1):75-78.

Teaser et résumé succinct du projet pour la communication/Internet (Teaser: max. 400 caractères; résumé succinct: max. 800 caractères, espaces inclus)

Agroscope sauvegarde à long terme la biodiversité des cépages traditionnels et autochtones cultivés en Suisse, sélectionne les clones les plus intéressants pour les viticulteurs et assure leur diffusion par la filière de certification suisse. Par la création de nouvelles variétés qualitatives et résistantes aux maladies de la vigne elle contribue à réduire drastiquement l'utilisation de produits phytosanitaires en viticulture.

En collaboration avec les offices cantonaux de viticulture Agroscope sauvegarde la biodiversité des cépages traditionnels et autochtones suisses et a mis en conservatoire de plus de 1800 biotypes pour 24 cépages. Ce matériel permet la sélection des clones les plus intéressants pour les viticulteurs et leur diffusion par la filière de certification suisse. La collection nationale de Pully (> 600 accessions) sert de source génétique et de sauvegarde de cépages historiques suisses en danger. La création de nouvelles variétés de vignes très qualitatives et axée sur des résistances stables aux principales maladies fongiques de la vigne (mildiou, oïdium, pourriture du raisin) permet une réduction drastique des interventions phytosanitaires nécessaires et une orientation vers une viticulture encore plus écologique.

Approbation du projet

Date:	09-08-2017	Visa R GR:	spje
Date:	09-08-2017	Visa R DR / R DC:	cach
Date:	27-09-2017	Visa R CSR:	wimi



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Agroscope

Programme d'activité

N° de projet

PA 2018-2021

18.03.16.04.01

Désignation abrégée/acronyme du projet (max. 20 caractères)

InvitroPhyt

N° Domaine

16

Protection des Végétaux

N° Groupe

16.4

Mycologie et Biotechnologie

Chef-fe de projet/suppléant-e

Eric Droz / Katia Gindro

Durée du projet

Début du projet

Fin du projet

4 ans

2018

2021

Projet

Total des jours de travail sans fonds tiers	1588
Contribution au CSR	3
Contribution à d'autres CSR	5 et 2

Enquête sur les besoins: contribution à la demande n°	2.74, 3.21, 6.14, 18.86
Le projet contient des travaux financés par des fonds tiers	☒ oui ☐ non
Le projet contient une contribution à l'agriculture biologique	☒ oui ☐ non

Titre dans la langue originale

Assainissement, identification variétale, conservation *in vitro* et multiplication de ressources phylogénétiques saines à haute valeur ajoutée

Conservation in vitro et identification variétale

Sanitation, varietal identification, in vitro conservation and multiplication of healthy phylogenetical ressources with high potentials

in vitro collection, mass multiplication, microsatellites, Swiss National Genbank, authentication

Situation initiale et problématique

Une production végétale performante nécessite la production de plants de haute qualité. Les variétés sélectionnées doivent pouvoir être testées, non seulement du point de vue agronomique mais aussi phytopathologique. Outre des variétés à haut potentiel agronomique et à haute résistance aux pathogènes, de nouveaux produits présentant un intérêt immédiat pour les consommateurs ou, à plus long terme, adaptables aux changements climatiques sont en forte demande.

La Suisse a un devoir de conservation des ressources phylogénétiques, celles-ci doivent être en bonne santé et pouvoir être mises à disposition des sélectionneurs entre autres. La conservation de la biodiversité est aussi une option essentielle. Ainsi, le conservatoire maintient 109 accessions de pommes de terre dans le cadre du projet 05-PAN-S70, et 91 accessions de petits fruits pour le projet 05-PAN-P66, ce chiffre va augmenter dans les prochaines années pour le projet petits fruits.

L'authenticité des variétés doit pouvoir être démontrée afin d'assurer la traçabilité dans les filières de production, notamment celles employant de nombreuses étapes de multiplication. Des processus d'identification ont été mis en place pour les pommes de terre, les fraises, les *Rubus*, les *Ribes*, les artichauts, les artemisia et les vignes et sont en travail pour les agrumes et les patates douces.

Objectifs et questions de recherche

Conservation in vitro

Les plantes doivent être installées puis subir un processus d'assainissement afin de procurer un matériel de base de haute qualité, les milieux de culture doivent être optimisés pour la conservation, la croissance, la multiplication et l'enracinement. Par exemple, les pommes de terre et les petits fruits sont systématiquement analysés par ELISA pour une série de virus pertinents. En cas de réponse positive à un pathogène, divers processus sont mis en place pour tenter d'éliminer le virus.

Conséquences : Conservation de la biodiversité, Protection des ressources phylogénétiques, mise à disposition des clients de matériel conforme.

Multiplication

Les plantes conservées peuvent être multipliées à large échelle et indépendamment des rythmes saisonniers.

Conséquences : Fourniture de plants conformes aux jardins botaniques et de démonstration, aux établissements multiplicateurs et aux chercheurs. Production accélérée indépendante de la saison. Matériel de base de haute qualité. La demande varie au fil des années, il peut s'agir d'une ou plusieurs variétés modernes de pommes de terre multipliées à large échelle pour les producteurs, ou du renouvellement des têtes de clones dans le cadre des projets PAN, en effet, après plusieurs années de culture en champs, les plantes sont très susceptibles à de nouvelles infections virales et doivent ainsi être remplacées. De nombreuses demandes sont destinées à la recherche, par exemple : multiplication de variétés-échantillons et de variétés-témoins pour des tests de résistance aux pathogènes (pommes de terre, vigne) ou production de matériel pour des projets de recherche concernant la cryogénisation (petits fruits).

Identification variétale

L'identification variétale par marqueur moléculaire de type microsatellites est essentielle tant pour la conservation des ressources phylogénétiques et de la biodiversité que pour la protection des consommateurs ainsi que pour la traçabilité et la conformité des variétés. La vérification de l'identité des géniteurs dans le cadre de la sélection des cépages est aussi importante, de même que l'authentification des plants de pommes de terre douteux ainsi que le matériel prêt à la consommation (protection du consommateur).

Conséquences : Elimination de doublons, aide au choix des variétés à conserver (typiquement dans le cadre des projets PAN petits fruits et pommes de terre) et validation des étapes des différentes filières (analyse d'échantillons de pommes de terre en cours de production), résolution de litiges (identification de portes-greffe de la vigne), authentification variétale en collaboration avec d'autres laboratoires (par exemple par échange de profils), tests inter-laboratoires (participation à trois tests interlaboratoires organisés en France par le GNIS/SOC (Groupement National Interprofessionnel des Semences et Plants / Service Officiel de Contrôle et certification) en collaboration avec la FN3PT (Fédération Nationale des Producteurs de Plants de pomme de terre). Comparaison de résultats avec différents laboratoires européens pour la pomme de terre et la vigne notamment.

Contribution concrète au CSR n° 3 (décrire en quelques phrases la contribution concrète et les nouvelles connaissances relatives au CSR, en précisant clairement le lien thématique avec les questions de recherche formulées dans le CSR)

Une participation active à la tâche légale octroyée à la Suisse lors de différents protocoles internationaux est offerte par la conservation des Ressources Phylogénétiques et la facilitation de leur accès par la culture *in vitro*.

Un travail important de recherche est effectué sur la conservation de plusieurs espèces à haute valeur ajoutée, par exemple l'artichaut de Plainpalais, différents agrumes et les patates douces, travail qui s'inscrit dans l'appréhension des changements climatiques en optant pour des variétés ayant des caractéristiques de croissance qui leur permettront d'affronter ces changements et d'augmenter leur utilisation.

Bien que ne participant pas encore officiellement aux processus de certification, le conservatoire soutient ce processus, d'une part en offrant du matériel de départ de qualité et en mettant à disposition les outils de génotypage pour authentifier les plants destinés à la multiplication par les filières et en donnant à celles-ci des moyens de traçabilité.

Le laboratoire conserve des têtes de clones ou les parents des hybrides de plantes médicinales et aromatiques ainsi que des clones d'artémisia à haute teneur en artémisinine, cette substance étant utilisée pour les soins contre la malaria. Cela correspond à une quarantaine d'accessions.

Le conservatoire, outre sa collection de plantes rares, lutte contre le problème environnemental de la disparition d'espèces en fournissant du matériel à réintroduire soit dans la nature soit en jardins botaniques.

Contribution à max 3 autres CSR (décrire en quelques phrases la contribution concrète relative aux questions de recherche formulées dans le CSR)

au CSR n° 5 :

Trouver et sélectionner des variétés de pommes de terre ou de vignes, par exemple, résistantes à des pathogènes nécessite de nombreux tests phytopathologiques *in vitro* et *in vivo*, le conservatoire permet d'augmenter la cadence de ces tests en fournissant du matériel exempt de pathogènes en dehors des restrictions saisonnières. Ce matériel consiste d'une part de variétés modernes à tester et d'autre part des variétés témoins, ainsi une septantaine de cépages et une quarantaine de variétés de pommes de terre sont conservées à ces fins. Il offre ainsi une accélération de l'évaluation objective des variétés disponibles.

Le conservatoire multiplie des accessions destinées à la recherche sur les molécules bioactives.

au CSR n° 2 : Conservation *in vitro* et multiplication intensive de variétés de plantes émergentes pour une accélération de la propagation et aide à la sélection de variétés adaptées aux conditions agronomiques et climatiques présentes et futures de la Suisse.

Utilité principale pour l'agriculture biologique (dans le cas d'une contribution, la décrire concrètement en quelques phrases)

Le conservatoire *in vitro* réduit l'utilisation des produits phytosanitaires (PPh) en évitant de conserver à l'extérieur des ressources à protéger des pathogènes, en limitant les accessions des Ressources Phytogénétiques à conserver par élimination des doublons mis en évidence au moyen des microsatellites, mais surtout il promeut la recherche sur la sélection de variétés à résistances accrues (donc nécessitant moins d'intrants dans le futur) en fournissant du matériel *in vitro* ou *in vivo* sur lequel tester l'effet de différents agents pathogènes et d'accélérer ainsi la recherche en évitant les restrictions saisonnières. D'autre part, une multiplication *in vitro* intensive permet la plantation en champs de matériel sain ayant évité le besoin de traitement par des PPh et limite fortement la propagation d'organismes de quarantaine en fournissant des têtes de clones exempte de ceux-ci.

Matériel et méthodes (description sommaire)

La conservation *in vitro* implique l'utilisation de méthodes de désinfection, d'installation, de multiplication et d'acclimation *ex vitro*. Des milieux de culture pour chacune de ces étapes doivent être mis au point individuellement pour chaque espèce.

Le statut phytosanitaire des accessions doit être défini en utilisant différentes méthodes pour mettre en évidence d'éventuels pathogènes. En fonction du pathogène, ces méthodes peuvent être basées sur des tests immunologiques, des analyses d'ARN ou d'ADN, ou des diagnostics sur milieux appropriés.

Afin d'éliminer d'éventuels pathogènes, plusieurs approches sont possibles en fonction du type de pathogène: thérapie thermique, cryothérapie, culture de méristèmes, utilisation de fongicides, bactéricides, viricides, traitement *ex vitro* et réinstallation, désinfection approfondie.

La traçabilité des accessions ainsi que leur identité sont assurées par l'établissement de profils génétiques en utilisant des marqueurs moléculaires de type microsatellite. L'analyse des résultats pour de nombreux marqueurs est nécessaire afin d'établir un set de marqueurs discriminant pour les variétés conservées, ainsi que la création de bases de données de profils génétiques et leur étaiement pour assurer leur identité.

Bibliographie (toutes dernières connaissances / ne citer que quelques publications propres et étrangères scientifiques et axées sur la pratique)

- Droz E., Ulliel S., Julmi Moreillon C., Dorsaz S., Joffrey JP., Thomas D., Lê CL., Gindro K. Des variétés de plantes fichées par leur profil génétique. Recherche agronomique en Suisse. 3 : 552-555, 2012
- Droz E. Identifier et conserver les ressources phytogénétiques: pourquoi et comment? Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture 46: 362–366, 2014
- Droz E., Dorsaz S., Julmi-Moreillon C., Gindro K. Identification moléculaire de la vigne. Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture 45: 350–354, 2013
- Marhadour S., Droz E., Laversin N., Méar A., Pavy V., Perramant M., Wambre V., Cloatre E., Ponserre N., Le Hingrat Y. Potato variety identification using SSR in France and Switzerland. EAPR 2011: The 18th Triennial Conference of the European Association for Potato Research. 2011 (conference paper)
- Hoekstra R., Reid A., Dehmer K.J., Domkárová J., Solberg S., Doherty G., Chauvin J.-E., Droz E., Kotkas K., Skrabule I. SSR genotyping of old potato varieties to identify mislabelling and synonyms for AEGIS. EAPR 2014: The 19th Triennial Conference of the European Association for Potato Research, Brussels, Belgique, 2014 (conference paper)

Teaser et résumé succinct du projet pour la communication/Internet
(Teaser: max. 400 caractères; résumé succinct: max. 800 caractères, espaces inclus)

Optimisation de la conservation *in vitro* de nombreuses variétés: conserver, mais conserver intelligemment par élimination des doublons ou en corrigeant les appellations erronées par comparaison des profils moléculaires obtenus pour nos accessions avec ceux de diverses bases de données. Assurer la traçabilité des accessions et leur distribution dans les meilleures conditions phytosanitaires.

Le conservatoire *in vitro* comprend de nombreuses accessions de plantes traditionnellement multipliées de manière végétative. Il s'occupe aussi bien de variétés modernes que des ressources phytogénétiques, de leur conservation, leur multiplication et leur distribution. L'établissement de milieux appropriés pour les différentes phases (installation, croissance, multiplication, enracinement) est primordial. Il en est de même pour l'état phytosanitaire qui doit être établi et amélioré si nécessaire. Par la création de bases de données de profils moléculaires et leur enrichissement, l'identification variétale assure la traçabilité des accessions et permet leur authentification et l'élimination d'accessions inadéquates. La sélection des marqueurs utilisés est cruciale dans de ce processus.

Approbation du projet

Date: 24.08.2017	Visa R GR: gika
Date: 00-00-2017	Visa R DR / R DC: Sigle
Date: 27-09-2017	Visa R CSR: wimi



AP 2018-2021

18.03.16.06.03

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Zertifizierung Obstgehölz und Vitis

Nr. Bereich.

16	Forschungsbereich Pflanzenschutz
12	Kompetenzbereich Pflanzen und pflanzliche Produkte

Nr. Gruppe

16.6	Virologie und Phytoplasmologie
12.5	Pflanzenschutzdienst (APSD)

Projektleitung/Stellvertretung

Jean-Sébastien Reynard / Markus Bünter

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre	2018	2021

Projekt

Nr. vorgängiges Tätigkeitsfeld	AP 2014-2017: 14.12.4.1
Beitrag zu SFF	3
Beitrag zu weitem SFF	-

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	BLW-Factsheet Nr. 3 (Zertifizierung Vermehrungsmaterial Obst und Vitis)
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☐ ja ☒ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Anerkennung/Zertifizierung von Obstgehölz und Reben mit der Produktion und Bereitstellung von Vorstufen-Edelreisern im Nuklearstock

Conservatoire in vitro et identification variétale

Principles of certification of fruit trees and grapevine and operate of the respective nuclear stocks with virus testing

fruit tree identification, nursery, nuclear stock, certification scheme, grapevine

Ausgangslage und Problemstellung

Der Nuklearstock für Obstgehölz in Wädenswil dient der Bereitstellung und Produktion von gesundem, sortengeprüftem und anerkanntem, zertifiziertem Obst-Vermehrungsmaterial. Damit wird die Basis für einen erfolgreichen IP- und Bio-Obstbau in der Schweiz geschaffen. Die Anerkennung/Zertifizierung von Obstgehölz ist die Garantie für einen guten phytosanitären Zustand der Jungpflanzen, insbesondere die Freiheit von allen bekannten Viren (z.B. Apfelmosaikvirus (AMV), Chlorotische Blattfleckung (ACLV), Pfeffinger- (RRV) und Rosettenkrankheit (CRV)) sowie Qualitäts-Schadorganismen (z.B. Apfelschorf, Mehltau, Blattläuse, Wurzelhalsgallen - *Agrobacterium tumefaciens*, u.a.). Gegen die Viren gibt es keine kurative Behandlungsmethoden, deshalb ist die Prävention sehr wichtig. Die Grundlagen sind in der „Verordnung des EVD über die Produktion und das Inverkehrbringen von anerkanntem Vermehrungsmaterial und Pflanzgut von Obst und Beerenobst (SR 916.151.2)“ geregelt.

Der PL ist Mitglied beim Service de Matériel de Multiplication (SMM), welches jährlich einmal tagt und vom BLW-Fachbereich Pflanzengesundheit und Sorten geleitet wird.

Un clone, en viticulture, se définit par une population de ceps génétiquement identiques et issus par multiplication végétative (greffage, bouturage, provignage etc.) d'un cep d'origine repéré dans le vignoble en raison de ses caractéristiques spécifiques. La mise sur le marché de matériel clonal clairement identifié est indissociable d'un système de certification qui garantit son authenticité génétique et son état sanitaire.

L'Ordonnance du DFE sur la production et la mise en circulation de matériel de multiplication de la vigne du 2 novembre 2006 (état 1er juillet 2012) exige, par l'article 6 et les annexes 1 et 2 que les parcelles de matériel initial dont les plants sont fournis par Agroscope et sont issus du conservatoire d'Agroscope, ainsi que les parcelles de base et le matériel

de multiplication certifié soient contrôlées au niveau sanitaire. Pour répondre à l'exigence sanitaire de l'ordonnance, toutes les plantes des parcelles de base doivent être contrôlées tous les 6 ans pour les parcelles de base (P1) et tous les 10 ans pour les parcelles de matériel certifié (P2), en vue de démontrer l'absence des viroses suivantes:

1. virus du court-noué : Grapevine fanleaf virus (GFLV) et Arabis mosaic virus (ArMV)
2. virus de l'enroulement : Grapevine leafroll associated virus (GLRaV-1, -2 et -3) et pour les porte-greffes, la marbrure (Grapevine fleck virus, GFkV)

Ziele und Forschungsfragen

- Vorstufen-Edelreiser von Kern- und Steinobst als Ausgangsmaterial für die Zertifizierung im Schweizer Obstbau sind für Baumschulen zur Verfügung gestellt, gemäss der Obst- und Beerenobstpflanzgutverordnung des WBF [SR 916.151.2].

1. Virus- und Phytoplasmenfreimachung und - Testung der neu in den Nuklearstock aufgenommen Obstsorten.
2. Obstbaumschulen werden bei der Zertifizierung von Obstgehölzen begleitet und unterstützt.
3. Die wissenschaftlich-Technischen Expertisen zuhanden BLW sowie Ausbildung der Concerplant Zertifizierungs-Kontrolleure wird durch den APSD sichergestellt.
4. Besprechungen der Sortengruppe JardinSuisse/SOV/Agroscope (Steuerungsgruppe des Obstgehölz-Nuklearstockes) sind koordiniert.
5. Die Informationsplattform www.nuklearstock.agroscope.ch ist aktuell.
6. Testage des clones de vignes selon ordonnance 916.151.3 pour les virus qualitatifs en utilisant la méthode d'indexage biologique en plein champs.
7. analyses des plants de vigne des parcelles de base (P1) et du matériel de multiplication certifié (P2) exigées dans le cadre de la certification des plants de vigne (Ordonnance 916.151.3 du DFE sur la production et la mise en circulation de matériel de multiplication de la vigne du 2 novembre 2006, état 1er juillet 2012).
8. Nous fournissons également l'expertise scientifique requise et participons à la formation des contrôleurs de Vitiplant (organe de contrôle).
9. Nous assurons le conservatoire « insect-proof » et fournissons le matériel initial pour les parcelles de base qui alimentent les pépinières en matériel certifié.
10. Die Internetplattform www.nuklearstock.agroscope.ch soll mit dem Nuklearstock Vitis ergänzt werden.
11. Der Unterhalt und die Pflege von den beiden Nuklearstöcken für Obstgehölz und für Vitis soll gemäss den noch zu definierenden Vorgaben von BLW und GL Agroscope vereinheitlicht und möglichst gleich geregelt werden.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 3 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Bereitstellung von gesunden, sortengeprüften und anerkanntem, zertifizierten Vorstufen-Edelreiser für Schweizer Baumschulen mit Edelreiserschnittgärten, aber auch für Forschungsinstitute und Vermehrungsfirmen im Ausland. Auf der Basis einer Vereinbarung mit den Baumschul- und Obstbranchen existiert ein Innenauftrag Nr. 6570025. Der Innenauftrag wird geöffnet mit dem Verkauf der Vorstufenedelreiser und weiterer Dienstleistungen im Bereich der Obstgehölze-Zertifizierung und dient zur Deckung des Verbrauchsmaterials für den Nuklearstock Obstgehölze. Für die reibungslose Adaption in der Praxis begleitet und berät der Agroscope Pflanzenschutzdienst (APSD) Schweizer Baumschulen bei der Anerkennung (Zertifizierung) von Obstgehölzen. Im Weiteren informiert es die Obstbauberatung (kantonale Fachstellen für Obst) sowie die Obstproduzenten über die Anerkennung von Obstgehölzen und ist international mit anderen Nuklearstock- und Zertifizierungs-Organen vernetzt. Die Website www.nuklearstock.agroscope.ch dient als Informationsplattform für die kantonalen Stellen sowie für die Praxis, die Branche und die Medien. Die Internetplattform wird vom APSD unterhalten.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. ---: -

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Gesundes und geprüftes Vermehrungsmaterial ist für eine erfolgreiche Bio-Obstproduktion die Basis.

Material und Methoden (grob skizziert)

Obstgehölze

Grundlage: Verordnung des EVD über die Produktion und das Inverkehrbringen von anerkanntem Vermehrungsmaterial und Pflanzgut von Obst und Beerenobst (SR 916.151.2)

Methoden: EPPO-Standards - Certification Schemes - PM4/27(1), PM4/29(1) and PM 4/30(1) <http://archives.eppo.org/EPPOStandards/certification.htm>

Infrastruktur und Ressourcen: Der Nuklearstock Obstgehölz ist ein insekten- und nematodensicheres Gewächshaus. Für die Virosen- und Phytoplasmosen-Testung sind eine Baumschulparzelle und Obstanlagen-Parzellen sowie Gewächshauskabinen notwendig. Für die Virus- und Phytoplasmenfreimachung wird eine Wärmekabine benötigt. Die Virus- und Phytoplasmen-Diagnostik im Nuklearstock und im Rahmen der Obstgehölz-Zertifizierung werden in der Forschungsgruppe 16.6 von Santiago Schaerer durchgeführt. Die Phytoplasmentestungen in den Edelreiserschnittgärten

der Baumschulen alle 6 Jahre werden an externe Labors vergeben von Agroscope bezahlt und vom BLW zu 50% an die Baumschulen verrechnet.

Vitis

Les analyses virologiques sont effectuées à l'aide du test ELISA selon les normes de l'EPPO. Pour les phytoplasmes, une nested PCR ou qPCR sont utilisées en fonction de la cible selon les protocoles publiés par l'ANSES (France) et EPPO. Les indexages biologiques sont réalisés afin de s'assurer de l'absence de viroses graves dans les têtes de clones. Pour maintenir les plantes-mères, deux conservatoires sont gérés par Agroscope: conservatoire en plein air et «insect-proof».

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Bünter M., Buchmann B., Nuklearstock ohne Viren und Insekten, Schweizer Bauer, 2016
- Buchmann B., Schaerer S., Christen D., Bünter M., Europäische Steinobst-Vergilbungskrankheit. Warmwasserbehandlung, SZOW 152 (6), 2016
- Bünter M., Buchmann B., Bravin E., Gesunde Jungpflanzen - ein Schlüssel zum Erfolg, SZOW 149 (2), 2013
- Widmer A., Bünter M., Schwarze Flecken bei Kaiser Alexander, SZOW 149 (8), 2013
- Bünter M., 50 Jahre Anerkennung von Obstgehölzen, SZOW 145 (19), 2009
- Bünter M., Die Zertifizierung von Obstgehölzen, Agrarforschung, 2006
- MASSART, S., CANDRESSE, T., GIL, J., LACOMME, C., PREDAJNA, L., RAVNIKAR, M., REYNARD, J.-S., RUMBOU, A., SILDARELLI, P., ŠKORIĆ, D., VAINIO, E. J., VALKONEN, J. P. T., VANDERSCHUREN, H., VARVERI, C. & WETZEL, T. 2017. A Framework for the Evaluation of Biosecurity, Commercial, Regulatory, and Scientific Impacts of Plant Viruses and Viroids Identified by NGS Technologies. Frontiers in Microbiology, 8.
- REYNARD, J. S., BRODARD, J., DUBUIS, N., YOBREGAT, O., KOMINEK, P., SCHUMPP, O. & SCHAERER, S. 2017. First Report of Grapevine rupestris vein feathering virus in Swiss Grapevines. Plant Disease, PDIS-01-17-0140-PDN.
- REYNARD, J. S., SCHUMACHER, S., MENZEL, W., FUCHS, J., BOHNERT, P., GLASA, M., WETZEL, T. & FUCHS, R. 2016. First Report of Grapevine Pinot gris virus in German Vineyards. Plant Disease, 100, 2545-2545.
- REYNARD, J. S., SCHNEEBERGER, P. H., FREY, J. E. & SCHAERER, S. 2015. Biological, Serological, and Molecular Characterization of a Highly Divergent Strain of Grapevine leafroll-associated virus 4 Causing Grapevine Leafroll Disease. Phytopathology, 105, 1262-9.
- SPRING, J. L. & REYNARD, J. S. 2015. Sélection clonale d'Agroscope. Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture, 47, 75-78
- REYNARD, J. S., BRODARD, J. & VIRET, O. 2015. Distribution des maladies virales dans le vignoble de la Côte (VD). Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture, 47, 186-191

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet

(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Die Nuklearstöcke für Obstgehölz in Wädenswil und Vitis in Changins dienen der Bereitstellung und Produktion von gesundem, sortengeprüftem und anerkanntem, zertifiziertem Obst- und Vitis-Vermehrungsmaterial. Damit wird die Basis für einen erfolgreichen IP- und Bio-Obst- und Weinbau in der Schweiz geschaffen. Die Anerkennung/Zertifizierung von Obstgehölz und Vitis ist die Garantie für einen guten phytosanitären Zustand der Jungpflanzen, insbesondere die Freiheit von allen bekannten Virose- sowie Qualitätsschadorganismen.

Les maladies à virus/phytoplasmes sont persistantes et incurables. Certaines de ces maladies sont bien présentes dans les vignobles et vergers. Elles se propagent principalement lors de la plantation avec l'utilisation de plants contaminés. Du fait qu'il n'existe aucune méthode de lutte curative contre les maladies virales, l'effort pour maîtriser ces pathogènes doit se faire de manière préventive. Le moyen de lutte le plus efficace reste donc d'agir préventivement en plantant des jeunes plants certifiés exempts de virus/phytoplasmes. Les filières de certification sont importantes dans la lutte contre ces maladies. De plus la certification fournit une assurance de la conformité clonale et de l'authenticité variétale du matériel mis en circulation. Les filières de certification représentent ainsi un investissement à long terme pour assurer la rentabilité de l'arboriculture et de la viticulture suisse.

Genehmigung des Projektes

Datum: 26.10.2017	Visum FGL: reje/buma
Datum: 26.10.2017	Visum FBL / KBL: Gaaa/kewi
Datum: 27.09.2017	Visum V SFF: wimi



SFF 4

Die Proteinversorgung von Mensch und Tier optimieren

AutorInnen	Arnold Schori, Hans Dieter Hess, Hans-Peter Bachmann
Begleitende WissenschaftlerInnen	Thomas Nemecek
Verantwortliche/r BereichsleiterIn	Hans Dieter Hess
Research Peer	Thomas Nemecek

Zusammenfassung

Eine grosse Herausforderung der Ernährungssicherung ist die Versorgung der Bevölkerung mit hochwertigem Protein. Heute basiert die Versorgung auf Fleisch- und Milchprodukten sowie Getreide, gefolgt von Fisch, Eiern, Gemüse und Hülsenfrüchten. Die Milch- und Fleischprodukte stammen zwar grösstenteils aus der Schweiz, doch werden zu deren Produktion immer mehr Soja und Getreide importiert. Diese Futtermittelimporte werden von der Gesellschaft aus ökologischen und ethischen Gründen zunehmend kritisiert.

Tierische Proteine haben auf der einen Seite eine hohe ernährungsphysiologische Qualität. Auf der anderen Seite kommt es bei der Produktion zu erheblichen negativen Umweltwirkungen. Pflanzliche Proteine belasten die Umwelt zwar weniger, haben im Mittel aber einen wesentlich tieferen Gehalt an essenziellen Aminosäuren. Vor diesem Hintergrund ist die Frage zu beantworten, wie die Proteinversorgung von Mensch und Tier hinsichtlich Nachhaltigkeit, Genuss, Gesundheit und Ernährungssicherheit optimiert und die Abhängigkeit von Futtermittelimporten vermindert werden kann.

Ausgangslage und Hintergrund

Verbessern der Ressourceneffizienz: Steigern der Produktion und Verwertung von Protein für Mensch und Tier bei minimaler Belastung der Umwelt. Selbstversorgung an Futterprotein erhöhen. Proteingehalte von Wiesenfutter, Getreide und Hülsenfrüchte durch Züchtung und Sortenversuchen erhöhen. N-Effizienz durch Tier- und Pflanzenzucht, sowie Graslandbewirtschaftung und Fruchtfolgewirtschaft, verbessern.

Emissionen und Immissionen reduzieren: Produktionssysteme mit geschlossenen Stoffkreisläufen anstreben.

Verbesserte Wettbewerbsfähigkeit: Hochwertige Proteine mit geringer Umweltwirkung für eine genussvolle und gesunde menschliche Ernährung entwickeln.

Gesunde und nachhaltige Ernährung: Die künftige Proteinversorgung steht vor grossen Herausforderungen wie veränderte gesellschaftliche Ansprüche, Bevölkerungswachstum, Verschiebungen in der Alterspyramide, veränderte Ernährungsgewohnheiten, Zunahme der ernährungsbedingten Krankheiten, Allergien und Unverträglichkeiten, sowie begrenzte Produktionsressourcen und Klimawandel.

Nationales und internationales Forschungsumfeld

In Europa besteht eine grosse Abhängigkeit von importierten Eiweissträgern, hauptsächlich in Form von Soja aus Süd- und Nordamerika. Daher besteht eine sehr hohe Abhängigkeit von Importen. Dazu wird in der Schweiz ein grosser Teil des Stickstoffs indirekt als Futtermittel importiert.

In der EU laufen seit vielen Jahren Bemühungen, den Anbau von Leguminosen in Europa zu fördern und so die Abhängigkeit von Soja-Importen zu vermindern.

Diverse Projekte der EU wurden bzw. werden zu dieser Thematik durchgeführt (Projekte die nur spezifische Aspekte untersuchen, wurden nicht berücksichtigt):

- GL-Pro (European extension network for the development of grain legumes production in the EU, 2003–2006)
- Grain Legumes (New strategies to improve grain legumes for food and feed, 2004–2008)
- Legume Futures (Legume-supported cropping systems for Europe, 2010–2014)
- MULTISWARD (Multi species swards and multi scale strategies for multifunctional grassland based ruminant production systems, 2010–2014)
- PROLEGSO (Promoting legume-non-legume communities through plant and soil traits, 2011–2014)
- LEGUMEPLUS (Optimising plant polyphenols in LEGUMES for ruminant nutrition PLUS health PLUS environmental sustainability, 2012–2015)
- LEGUVAL (Valorisation of legumes co-products and by-products for package application and energy production from biomass, 2013–2016)

- LEGATO (LEGumes for the Agriculture of Tomorrow, 2014–2017)
- EUROLEGUME (Enhancing of legumes growing in Europe through sustainable cropping for protein supply for food and feed, 2014–2017)
- PROTEIN2FOOD (Development of high quality food protein through sustainable production and processing, 2015–2020)

Im Rahmen von Horizon 2020 läuft eine aktuelle Ausschreibung zum Thema (SFS-26-2016: Legumes – transition paths to sustainable legume-based farming systems and agri-feed and food chains) und C-ELIA (Chinese-European Legume Improvement Alliance), an der sich auch Agroscope beteiligt. Auch das Thema der Zucht resilienter und effizienter Nutztiere (SFS-15-2016–2017: Breeding livestock for resilience and efficiency) ist in der aktuellen Ausschreibung enthalten.

Ein vermehrter Anbau von Leguminosen in Europa bringt verschiedene Vorteile für die Umwelt; ein Ersatz von importierten Eiweissträgern durch alternative Futtermittel aus inländischer Produktion führt aber nicht zwingend zu einer Reduktion von Umweltwirkungen; die Ergebnisse hängen davon ab, welche alternativen Futtermittel zum Einsatz kommen und wie sich die Rationen insgesamt verändern. Deshalb sind detaillierte und situationsspezifische Untersuchungen nötig, um die Wirkungen abschätzen zu können.

Im Rahmen der Qualitätsstrategie der Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft haben die beteiligten Akteure folgende 3 Ziele definiert (http://www.qualitaetsstrategie.ch/download/pictures/39/tvqe7z1eef0lgfml00yf8k898m-nicu/vision_ziele_eiweisstrategie.pdf):

1. Profilierung der Akteure durch eine Eiweisstrategie,
2. Effizienter Einsatz von Eiweissen und möglichst inländische Produktion,
3. Sicherung der Beschaffung von ökologisch, ökonomisch und sozial verantwortungsvoll produzierten Eiweissen aus dem Ausland.

Die Eiweisstrategie bezieht sich ausdrücklich nur auf die Futtermittel; Eiweiss für die menschliche Ernährung ist ausgenommen.

ETP Food for Life nennt «Development of sustainable production systems for alternative protein sources» und »Evaluation of alternative sources of protein (from plant and animal) for the use in high quality food» als Forschungsthemen im Rahmen ihrer »Strategic Research and Innovation Agenda 2015–2020 and Beyond».

Durch unterschiedliche Konsummuster der menschlichen Ernährung beeinflussen wir massgeblich die Wirkung auf die Umwelt und die Nachhaltigkeit der primären Produktion. So ist die Produktion von pflanzlichen Proteinen mit wesentlich tieferen Umweltwirkungen verbunden als die Erzeugung tierischer Proteine. Innerhalb der letzteren gibt es wiederum erhebliche Unterschiede: Milch, Eier und Geflügelfleisch sind mit geringeren Umweltwirkungen verbunden als Schweinefleisch; die höchsten Umweltwirkungen weist Rindfleisch auf, wobei hier noch grosse Unterschiede je nach Intensität und Produktionssystem bestehen (Mutterkuhhaltung vs. Grossviehmast). Andererseits ist zu berücksichtigen, dass nur Wiederkäuer und andere Raufutterverzehrer das Grasland nutzen können. Fische und Meeresfrüchte stellen weitere wichtige Eiweissquellen dar; Wildfang oder Aquakultur können aber mit erheblichen Umweltwirkungen verbunden sein. Zudem ist zu beachten, dass tierische Proteine aufgrund ihrer grösseren Ähnlichkeit den Bedarf des Menschen besser abdecken als pflanzliche.

Die Proteinversorgung der Schweizer Bevölkerung beruht zu über 70 % auf tierischen Produkten. Könnten diese tierischen Eiweisse teilweise durch pflanzliche ersetzt werden, würden der Ressourcenbedarf und die Umweltwirkungen deutlich gesenkt.

Die Frage der Proteinversorgung wurde von verschiedenen Instituten in den Niederlanden eingehend untersucht. Die Forschung fand und findet an der Wageningen University und verschiedenen anderen Universitäten statt. Dabei ging es um die optimierte Proteinversorgung von Menschen und Tieren und um alternative Proteinquellen («novel protein food»).

In letzter Zeit beschäftigten sich mehrere Projekte weltweit mit Fleischersatz-Produkten und auf Nährmedien gezüchtetem Fleisch. Die ersten Abschätzungen zeigen, dass die Umweltwirkungen deutlich reduziert und die Effizienz der Produktion (z.B. N-Effizienz) erhöht werden könnte. Allerdings sind diese Produkte noch in einem sehr frühen Stadium, so dass es noch eine beträchtliche Entwicklungsarbeit und weitere Untersuchungen braucht.

Das FiBL untersucht alternative Proteinquellen im Projekt «Legumes and seaweed as alternative protein sources for sheep».

Auf internationaler Ebene ist noch das Research Program on Grain Legumes des CGIAR zu erwähnen (<http://www.cgiar.org/our-strategy/cgiar-research-programs/cgiar-research-program-on-grain-legumes/>).

Die drei wichtigsten Fragen, die sich national und international zur Thematik des SFF stellen, sind:

- Frage 1: Wie kann Stickstoff effizienter genutzt und Protein effizienter und nachhaltiger produziert und verwendet werden?

- Frage 2: Optimierung der Landnutzung für die Proteinproduktion: Wie kann die LN in der Schweiz am besten genutzt werden? (Milch, Fleisch, pflanzliche Produkte, ...) Welche Nahrungsmittel sollen besser in der Schweiz erzeugt werden und welche besser importiert? (komparative Kosten- und Umweltvorteile) Wie wirken sich die verschiedenen Nutzungsstrategien auf die gesamte Nachhaltigkeit aus?
- Frage 3: Erschliessung neuer Proteinquellen für die menschliche und tierische Ernährung: Welche alternativen Proteinquellen können für Mensch und Tier genutzt werden (minor crops, Insekten für die Fütterung, Fleischerersatzprodukte)? Wie wirken sich solche Alternativen auf die Nachhaltigkeit der Produktion und auf die Qualität tierischer Produkte aus?

Stellung und Positionierung von Agroscope im Forschungsfeld

Im Gegensatz zu ihren Nachbarländern Deutschland und Frankreich, verfügt die Schweiz noch über keine Pflanzenproteinstrategie. Mehrere private schweizerische oder europäische Initiativen behandeln teilweise bestimmte Aspekte der Proteinversorgung. Darunter fallen zum Beispiel die Qualitätsstrategie der Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft oder die Initiative Donau Soja. Aus Sicht der Volksgesundheit ruft die Schweizerische Ernährungsstrategie 2013–2016 die Bevölkerung zur Vorsorge und einer Veränderung der Essgewohnheiten auf und will den Zugang zu ausgewogenen Lebensmitteln erleichtern, um ernährungsbedingte Krankheiten zu reduzieren. Der Bereich Ernährung fehlt bei Agroscope, dieses Forschungsfeld würde aber zur Gesundheitsvorsorge beitragen.

Agroscope verfügt über alle nötigen Elemente, um eine Schweizer Proteinstrategie zu erarbeiten (pflanzliche und tierische Produktion, menschliche Ernährung, Landwirtschaft-Ökonomie und -Umwelt, Aufwertung von Produkten und deren Nebenprodukten). Diese multifaktorielle Annäherung stellt eine Stärke dieses Forschungsfeldes dar.

Wissenschaftliche Ziele und Forschungsfragen

1. Wie kann die Proteinversorgung von Mensch und Tier hinsichtlich Nachhaltigkeit, Genuss, Gesundheit und Ernährungssicherheit optimiert werden?
2. Wie kann die Proteinproduktion im Inland gesteigert werden?
3. Wie kann der Proteinbedarf in der Tierproduktion gesenkt werden?
4. Wie kann die Proteinquelle aus Grasland besser genutzt werden? Mit welchen Graslandtypen wird die beste Proteinqualität (Gesundheit Tier/Mensch) hergestellt (inter- und intraspezifische Proteindiversität)?
5. Wie können die vorhandenen Proteinquellen in der Tierproduktion und der menschlichen Ernährung effizienter eingesetzt werden und welche Auswirkungen haben diese Änderungen auf die Nährstoffversorgung?
6. Welche Bedeutung haben Minorproteine für die Gesundheit von Mensch und Tier?
7. Welche Bedeutung haben neue oder alternative Proteinquellen (Insekten, Mikroorganismen) bei einer nachhaltigen Proteinversorgung von Nutztieren?

Praktischer Nutzen der Aktivitäten im Forschungsfeld und wichtigste Outcomes

Da Protein nur einen der Bestandteile der Ernährung darstellt, ist dieses strategische Forschungsfeld sehr spezifisch, führt aber zu einer Abstimmung und Synthese (Kristallisationspunkt) der verschiedenen Forschungstätigkeiten von Agroscope im Bereich der Proteinversorgung. Die zahlreichen Forschungen von Agroscope über Proteine können synthetisiert und die Koordination und Zusammenarbeit auf diesem Gebiet erleichtert werden. Ausserdem werden eventuelle Forschungslücken aufgedeckt. Auf die oben gestellten Fragen können wissenschaftlich fundierte Antworten erarbeitet werden, die der Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft zugänglich gemacht werden. Nebenbei können wissenschaftliche Elemente, welche zur Führung der Schweizer Lebensmittelforschung und zur Erstellung einer nationalen Proteinstrategie nötig sind, zur Verfügung gestellt werden und so zur globalen Ernährungssicherheit unseres Landes beitragen.

Was ist neu im Forschungsfeld?

Plusieurs activités du programme d'activité en cours peuvent être attribuées à ce domaine stratégique de recherche. Il s'agit, pour les grandes cultures, du démarrage d'activité de recherche concernant la tolérance du soja aux adventives (Projets OFAG KIZ, projet B3S) FiBL-Coop, ainsi que sur céréales le projet OFAG CerQual. Ces deux projets sont orientés alimentation humaine, et production de protéines en qualité et quantité suffisante en conditions sub-optimales.

Concernant les aspects économiques de la production indigène de légumineuses à graines, A. Zorn et M. Lips démontrent une valorisation du travail comparable à celle du blé et même nettement meilleure que celle de l'orge fourragère, rendant envisageable une production suisse afin de diminuer les importations de tourteau de soja.

Neueste Untersuchungen zur Proteineffizienz haben gezeigt, dass ca. 30% der Schweine trotz deutlicher Protein-Unterversorgung keine Leistungseinbusse zeigen. Nun soll untersucht werden, ob durch die gezielte Selektion solcher Tiere, die Verwendung von Proteinträgern in der Schweineproduktion gesenkt werden kann. Gleichzeitig

muss auch geklärt werden, ob die Selektion auf Proteineffizienz Auswirkungen auf die Gesundheit, die Reproduktion und die Qualität der Schlachtkörper und des Fleisches hat.

Beim Wiederkäuer soll untersucht werden ob die Ammoniakverluste durch den gezielten Einsatz bioaktiver Substanzen vermindert werden können. Im Vordergrund stehen dabei tanninhaltige Leguminosen wie die Esparsette, welche insbesondere im Frühjahr, wenn das Wiesenfutter deutliche Proteinüberschüsse aufweist, positive Auswirkungen haben könnten. Bei den Mastrindern sollen die Fütterungsempfehlungen aktualisiert und weiterentwickelt werden. Dabei wird der Fokus unter anderem auf den Einsatz alternativer Proteinträger gelegt.

Le Réseau suisse pour le soja (<https://www.sojanetzwerk.ch/fr/>) est passé en 2016 au statut d'association, et envisage un évènement public «Protéine du soja et durabilité» avec le soutien d'Agroscope/DSP

Positionierung des SFF im Dreieck «Markt für Primärprodukte», «Betrieb» und «Ressourcen für die Produktion»

Optimierung der Proteinversorgung von Mensch und Tier hinsichtlich Nachhaltigkeit, Gesundheit und Ernährungssicherheit betrifft vor allem die Versorgung. In der vorgeschlagenen Triangulation Betrieb-Markt-Ressourcen ist die Wettbewerbsfähigkeit der pflanzlichen und tierischen Produktion ausschlaggebend. Der Schwerpunkt dieses SFF liegt vor allem auf dem stark konkurrierenden Markt, den Verarbeitungstechnologien mit Produkte-Differenzierung und Rohstoffen, die die Erwartungen des Konsumenten von einer sicheren Ernährung erfüllen und den Kriterien über Herkunft und Nachhaltigkeit entsprechen. Die regelmässige und qualitative Versorgung hängt von unseren Ackerbau- und Zuchtbetrieben sowie dem Schweizer Lebensmittelsektor ab. Die Aspekte Ressourcen und Umwelt sind selbstverständlich integriert.

Inhaltliche Schnittstellen zu den weiteren Forschungsfeldern

- **SFF 1** «Multifunktionale Graslandnutzung und Viehhaltung optimieren und aufeinander abstimmen» beschäftigt sich ebenfalls mit der effizienten Produktion von Protein, allerdings fokussiert auf Grasland. Es ist aber wesentlich umfassender und schliesst die gesamte Ressourcen- und Umwelteffizienz sowie die Resistenz und Resilienz von Grasland-Viehhaltungs-Systemen ein. Die Nutzung von natürlichem Grasland, Kunstwiesen und Futterbaumischungen sowie die Züchtung von Futterleguminosen stellen die Grundlage der Proteinzufuhr für Wiederkäuer dar.
- **SFF 3** «Leistungs- und marktfähige Pflanzensorten züchten und anbieten»: Die Sortenzüchtung von Getreide und Soja sowie die Forschung über die wichtigsten landwirtschaftlichen Arten sind eine der Grundlagen in der pflanzlichen Proteinproduktion.
- **SFF 7** «Tiergenetik und Tierzucht für eine standortangepasste Nutztierhaltung einsetzen» beschäftigt sich mit der Zucht robusterer und effizienterer Tiere. Dabei geht es auch um die Verbesserung der Proteineffizienz, der Fokus liegt aber primär bei einem besseren Verständnis der genetischen, genomischen und metabolischen Zusammenhänge im Tier und bei der Verbesserung der Selektion zur Optimierung von Nutztierpopulationen. Die praktische Umsetzung und die Untersuchung der damit verbundenen Auswirkungen auf andere Aspekte der Produktion sind nicht Bestandteil des SFF 7.
- **SFF 8** «Die mikrobielle Biodiversität für die Land- und Ernährungswirtschaft nutzbar machen»: Es ist durchaus denkbar, dass Mikroorganismen bei der Produktion von Proteinen in Zukunft an Bedeutung gewinnen werden. Das SFF 8 wird dazu neue Erkenntnisse liefern.
- Bei den **SFF 9** «Für sichere Lebensmittel mikrobielle Risiken und Antibiotikaresistenz senken» und **SFF 10** «Qualität und Produktinnovation von Lebensmitteln fördern» geht es auch um die Qualität von Milch- und Fleischprodukten, welche in der Schweiz eine wichtige Rolle bei der Proteinversorgung der Menschen spielen.

Bestehende und neu geplante Zusammenarbeiten mit anderen Forschungsinstitutionen

Auf dem Gebiet der pflanzlichen Proteine bestehen zahlreiche internationale Zusammenarbeiten und es wird keine weitere, speziell auf dieses SFF bezogene, angestrebt. Unsere Involvierung in die Initiative Donau Soja, welche spezifisch die Mehl- und Sojakuchenversorgung behandelt, soll aber verstärkt werden. Soja spielt in der Proteinversorgung eine Schlüsselrolle. Agroscope nimmt als Experte am scientific advisory board dieses Verbandes teil und wird von der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) konsultiert. Die Zusammenarbeit mit dem FiBL wird ebenfalls verstärkt, um die bestehenden Schwierigkeiten in der Unkrautbekämpfung bei dieser Sorte zu lösen. Die Kontakte zum Soja Netzwerk Schweiz sind ebenfalls gesichert.

Im Bereich des Futterbaus und der Nutztierforschung bestehen zahlreiche langjährige Zusammenarbeiten insbesondere mit der Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaus (AGFF), dem FiBL, der HAFL, den Universitäten Bern und Zürich, der EPFL und der ETHZ.



Projekte des SFF 4:
Die Proteinversorgung von Mensch und Tier optimieren

Projets du CSR 4:
Optimisation de l'approvisionnement en protéines de l'homme et de l'animal

18.04.13.06.01 Alternative Proteinquellen für den Menschen

18.04.17.02.02 Ressourceneffiziente Schweineproduktion



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.04.13.06.01

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

HumanProt Sources

Nr. Bereich.

13 Methodenentwicklung und Analytik

Nr. Gruppe

13.6 Biochemie der Milch

Projektleitung/Stellvertretung

Charlotte Egger/Reto Portmann

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	1740
Beitrag zu SFF	4
Beitrag zu weitem SFF	8, 10, 12

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	1.30, 3.40, 8.3, 9.32, 16.64, 17.40, 23.96, 23.98, 23.212
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☐ ja ☒ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Ernährungsphysiologisch hochwertige, nachhaltige und einheimische pflanzliche und tierische Proteinquellen und ihre Bioverfügbarkeit in der menschlichen Ernährung

Alternative Proteinquellen für den Menschen

Nutritionally high-quality, sustainable and local animal and plant protein sources and bioavailability in human nutrition

protein, human nutrition, nutrients, in vitro digestion, plant proteins, animal proteins, biological value of proteins, bioavailability, sustainability, local food, health

Ausgangslage und Problemstellung

Protein ist ein wesentlicher Bestandteil der menschlichen Ernährung. Eine ungenügende Zufuhr kann alle Organe im Körper inkl. Gehirn, Herz und Immunsystem beeinträchtigen. Kinder und Jugendliche im Wachstum sowie die ältere Bevölkerung sind speziell auf eine optimale Proteinversorgung angewiesen. Die anteilmässige Zunahme letzterer Bevölkerungsgruppe verleiht dem Thema einiges an Gewicht.

In der Schweiz tragen laut 6. Schweiz. Ernährungsbericht Fleisch (27.9%), Milchprodukte (25.3%) und Getreide (22.6%) am meisten zur Proteinversorgung bei. Sowohl ein hoher Konsum wie auch Herstellung tierischer Proteinquellen haben negative Auswirkungen auf die Umwelt, weshalb weltweit nach einem reduzierten Konsum bzw. nach einem Ersatz mit pflanzlichen Proteinquellen verlangt wird. Auch das Potential von Insekten als Proteinquellen wird in diesem Rahmen diskutiert. Ausserdem wird oft angeprangert, dass gewisse Proteinquellen als Tierfutter verwendet werden, obwohl sie der Mensch direkt konsumieren könnte.

Bei der Proteinverfügbarkeit und der Aminosäurezusammensetzung sind die pflanzlichen Proteinquellen den tierischen oft unterlegen. Die biologische Wertigkeit von Nahrungsproteinen ist ein Mass dafür, mit welcher Effizienz diese Proteine in körpereigene Proteine umgewandelt werden können. Bisherige Methoden zur Bestimmung der Wertigkeit von Nahrungsproteinen basieren auf Proteinsequenzen und Stickstoffausscheidung. Diese Berechnung überschätzt aber die wirkliche Bioverfügbarkeit, da die Verdaulichkeit von Proteinen nicht nur von der Aminosäuren-Zusammensetzung, sondern auch stark von der Proteinstruktur, vom Gehalt an anderen Nährstoffen sowie von der Produktion und technologischen Transformationen (zum Beispiel durch Fermentation oder Hitzebehandlung) eines Nahrungsmittels abhängt. Bei Agroscope wurde im AP 14-17 im Rahmen einer COST Aktion ein in vitro Verdau mitentwickelt und mittels

in-vivo-Versuchen validiert, mit dem der Abbau von Proteinen unterschiedlicher Herkunft (tierisch, pflanzlich), unterschiedlicher Textur/Struktur (flüssig, fest) oder Transformation (Fermentation) verglichen werden kann. Mit Hilfe des in vitro Verdaus kann die Verdaulichkeit der verschiedenen Proteine getestet werden und damit die Beurteilung der Proteinqualität verbessert werden.

Fleisch und Milchprodukte sind nicht nur Proteinlieferanten sondern versorgen den Menschen auch mit einer grossen Anzahl anderer Makro- und Mikronährstoffe (z.B. Kohlenhydrate, Fette, Fasern, Kalzium, Eisen, Vitamin B12), die sich oft nicht in gleichem Ausmass in pflanzlichen Produkten finden. Hinzu kommen weitere Inhaltsstoffe von pflanzlichen und tierischen Proteinquellen, die eine Wirkung auf den menschlichen Organismus und auch auf die Gesundheit haben können (z.B. Phytoöstrogene in Soja). Ausserdem spielen auch Geschmack, Image und die Einsatzmöglichkeiten in der täglichen Ernährung eine Rolle, ob eine Proteinquelle als valable Alternative gelten kann. Eine umfassende Beurteilung der verschiedenen Proteinquellen unter Einbezug sowohl der Proteinwertigkeit, der Nährstoffversorgung, ökologischer Aspekte sowie Geschmack und Konsumentenakzeptanz wäre wünschenswert, um die Einsatzmöglichkeiten alternativer Proteinquellen sowie die Wirkung von entsprechenden Veränderungen in der Schweizer Ernährung abschätzen und Ernährungsempfehlungen zielgerichtet anpassen zu können.

Hinsichtlich der Versorgungssicherheit ist der Einsatz von einheimischen Proteinquellen vorzuziehen. Informationen über alternative einheimische Proteinquellen, ihre Einsatzmöglichkeiten in der Humanernährung, lebensmitteltechnologische Möglichkeiten, sie für den Konsumenten geschmacklich ansprechender und für die Nährstoff und Proteinversorgung wertvoller zu machen (z.B. durch Fermentation), sowie über ihr Anbaupotential gibt es jedoch kaum.

Ziele und Forschungsfragen

Ziele des Projekts

Die aktuelle Situation bezüglich Proteinversorgung der Schweizer Bevölkerung ist abgeklärt. Einsatzmöglichkeiten und Potential von alternativen einheimischen Proteinquellen in der Humanernährung sind evaluiert, wobei neben dem Proteingehalt auch die Protein- und Nährstoffverfügbarkeit, die Konsumentenakzeptanz und die Umweltwirkungen berücksichtigt sind. Die Qualität der Proteine ist mit einem auf dem in vitro Modell basierenden (ISO-Standard) Verfahren ermittelt. Diese Resultate werden für die Beurteilung der biologischen Wertigkeit der Proteine berücksichtigt. Dadurch können unterschiedliche Proteinlieferanten bzw. Verarbeitungsmethoden besser beurteilt werden. Die qualitative Verbesserung pflanzlicher Proteinquellen (Nährstoffgehalt, Proteinverdaulichkeit, Geschmack) mit Hilfe von Mikroorganismen (Fermentation) und durch Lebensmittelkombinationen sind untersucht. Empfehlungen zum Einsatz alternativer Proteinquellen und allenfalls notwendige Anpassungen in der Ernährung sind formuliert. Einstellungen und Ansprüche der Schweizer Konsumenten sind berücksichtigt.

Forschungsfragen

- Welche Proteinquellen werden in der Schweiz in welchem Ausmass konsumiert und welchen Beitrag an Protein und essentiellen Aminosäuren sowie an ausgewählten Nährstoffen liefern sie (basierend auf MenuCH-Daten)?
- Welche einheimischen Proteinquellen sind sinnvolle und mögliche Alternativen für Fleisch und Milchprodukte?
- Kann die herkömmliche Berechnung der biologischen Wertigkeit durch ein experimentelles Verfahren abgelöst werden? Als experimentelles Modell hierzu dient ein in vitro Verdaus (IVD), welcher bei Agroscope im Rahmen einer COST-Aktion mitentwickelt und mittels in vivo Versuchen validiert wurde. Mit diesem IVD kann der Abbau von Proteinen unterschiedlicher Herkunft (tierisch, pflanzlich) unterschiedlicher Textur/ Struktur (flüssig, fest) oder Transformation (Fermentation) miteinander verglichen werden.
- Können alternative Proteinquellen durch Fermentation oder andere Massnahmen optimiert werden (Geschmack, Akzeptanz, Nährstoffgehalt/-verfügbarkeit, Proteinverfügbarkeit)?
- Zeigen sich mit der in vitro Methode bei unterschiedlichen Proteinquellen (und auch Herstellungs- (z.B. Bioproduktion) bzw. Verarbeitungsmethoden) Unterschiede im Proteinabbau, der Aminosäurenverfügbarkeit und der Entstehung von bioaktiven Peptiden?
- Welchen Einfluss hat die Reduktion tierischer Proteinquellen zu Gunsten pflanzlicher Proteinquellen auf die Versorgung der Bevölkerung mit ausgewählten Nährstoffen?
- Welche Auswirkungen hat die Inlandproduktion von alternativen proteinhaltigen Lebensmitteln auf die Landwirtschaft und die Nachhaltigkeit der Ernährung?
- Welche Voraussetzungen müssen gegeben sein, dass der Konsument alternative Proteinquellen verwendet?

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 4 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Optimierung einheimischer pflanzlicher Proteinquellen für die menschliche Ernährung bezüglich Nährstoffversorgung, Proteinversorgung und Genuss.

Entwicklung eines experimentellen Verfahrens, um die biologische Wertigkeit von Proteinen unterschiedlicher Herkunft besser beurteilen zu können. Der Proteinabbau von verschiedenen pflanzlichen Proteinlieferanten im in vitro Verdaus erlaubt es, effiziente Proteinlieferanten für Mensch und Tier zu bestimmen.

Standardisierung des Verfahrens auf internationaler Ebene (z.B. als ISO Standard) für die Beurteilung der Wertigkeit von Nahrungsproteinen.

Abklärungen zur aktuellen und zukünftigen Versorgung der Schweizer Bevölkerung mit ernährungsphysiologisch hochwertigem Protein. Die Grundlagen für eine adäquate Proteinversorgung der Schweizer Bevölkerung in Hinblick auf zukünftige Entwicklungen (Verschiebung in Alterspyramide, Veränderte Ernährungsgewohnheiten u.a.) werden erarbeitet.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 10: Wissenschaftliche Grundlagen werden geschaffen für eine gesunde Ernährung der Schweizer Bevölkerung basierend auf nachhaltigen Schweizer Lebensmitteln; Produktinnovation und Qualität von einheimischen Proteinquellen werden gefördert. Zusammenarbeit mit Projekt "18.10.18.5.01_Fermentomics" (G. Vergères) und "18.10.18.6.02_Qualitätswahrnehmung" (B. Guggenbühl). Verbesserte wissenschaftliche Kenntnis der Verdaulichkeit und Bioverfügbarkeit von Proteinen unterschiedlicher Herkunft.

zu SFF Nr. 8: Qualität und Wettbewerbsfähigkeit einheimischer Proteinquellen werden mittels Einsatz von Mikroorganismen (Fermentation) verbessert.

zu SFF Nr. 12: Durch die Berücksichtigung von Projektergebnissen (alternative Proteinquellen, Akzeptanz gegenüber Rationsänderungen, Proteinversorgung) im Ernährungssicherungssystem DSS-ESSA kann das Konsumentenverhalten bei der Analyse agrarpolitischer Szenarien mit einbezogen werden.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Der in vitro Verdau hat das Potenzial, auf wissenschaftlicher Basis kleine Unterschiede in einem Produkt sichtbar zu machen. So könnte man die durch Herbizide (im schweizer Biolandbau verboten) hervorgerufenen Effekte in konventionell angebauten Nahrungsmitteln aufzeigen und von biologisch produzierten unterscheiden. So bewirkt zum Beispiel eine Behandlung mit dem Herbizid Glufosinat eine starke Reduktion der Aminosäuren Synthese womit sich die Menge und Zusammensetzung an Proteinen in der Pflanze ändert. Durch die Untersuchung der Proteine von biologisch angebauten Pflanzen mittels in vitro Verdau können daher Unterschiede in der Wertigkeit herausgearbeitet werden. Dies ermöglicht eine wissenschaftlich begründete Aussage, welche den erhöhten Aufwand der Bioproduktion rechtfertigen und möglicherweise für den Konsumenten ausgelobt werden kann. Weiter besteht die Möglichkeit, dass durch die Untersuchung der Proteine aus Biolandbau Produkten ein Biomarker abgeleitet werden kann, um diese von konventioneller Produktion abzugrenzen.

Material und Methoden (grob skizziert)

Datenauswertung MenuCH-Verzehrsstudie mittels üblicher Statistik (Daten werden vom BLV zur Verfügung gestellt). Literaturschau bezüglich Proteinquellen und ihr Potential für Produktion/Anbau in der Schweiz. Die Auswahl der Proteinquellen erfolgt auf Basis der erfolgten Literaturstudien und in Zusammenarbeit mit der Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften (HAFL) sowie dem Projekt 18.03.14.1.01 Amélioration des Plantes. Die Bioverfügbarkeit von Aminosäuren aus den ausgewählten Nahrungsmitteln wird im in vitro Verdau Modell abgeklärt. Verdauresistente Proteinregionen und bioaktive Peptide werden ermittelt (LC-MS). Unterschiede in der Verfügbarkeit an Makro- und Mikronährstoffen zwischen Lebensmitteln (vor und nach Verarbeitung) und Lebensmittelkombinationen bezüglich Proteinverdaulichkeit und Nährstoffverfügbarkeit werden nach dem in vitro Verdau untersucht (Fett, Kohlenhydrate, Fasern, Mikronährstoffe). Optimierung der gewählten pflanzlichen Proteinquellen mit ausgewählten Mikroorganismen im Pilot-Plant Massstab. Sensorische Evaluation des Geschmacks und der Akzeptanz vorhandener und neuer Produkte mit Sensorik-Panels von Agroscope. Konsumentenstudien zur Akzeptanz neuer bzw. alternativer Proteinquellen. Beurteilung der Nachhaltigkeit von Ernährungssystemen mit alternativen einheimischen Proteinquellen mit dem Modell Green DSS-ESSA.

Für die Verarbeitung der Proteinlieferanten besteht ausserdem eine Zusammenarbeit mit den Projekt QPKons (18.10.18.6.02) und Fermentomics (18.10.18.5.01). Die Erkenntnisse in der Humanernährung werden in Zusammenarbeit mit dem Projekt PigEfficiency (18.04.17.2.02) validiert.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

Auswahl an fremden Publikationen:

- Aleksandrowicz L., Green R., Joy E.J.M, Smith P. & Haines A. 2016. The impacts of dietary change on greenhouse gas emissions, land use, water use, and health: a systematic review. PLoS ONE 11(11): e0165797.
- de Boer J., Schösler H. & Aiking H. 2014. "Meatless days" or "less but better"? Exploring strategies to adapt Western meat consumption to health and sustainability challenges. Appetite 76, 1220-128.
- Camilleri G.M., Verger E.O., Huneau J.-F., Carpentier F., Dubuisson C. & Mariotti F. 2013. Plant and animal protein intakes are differently associated with nutrient adequacy of the diet of French adults. Journal of Nutrition 143, 1466-1473.

- Temme E.H.M., van der Voet H., Thissen J.T.N.M., Verkaik-Kloosterman J., van Donkersgoed G., & Nonhebel S. 2013. Replacement of meat and dairy by plant-derived foods: estimated effects on land use, iron and SFA intakes in young Dutch adult females. Public Health Nutrition 16 (10), 1900-1907.
- Bohlmann F. & Kühni J. 2013. Weder Fisch noch Vogel. Neuen Proteinquellen auf der Spur. Tabula Nr. 2, S. 4-9.
- Tobler C., Visschers V.H. & Siegrist M. 2011. Eating green. Consumers' willingness to adopt ecological food consumption behaviors. Appetite 57, 674-682.
- Dietary protein quality evaluation in human nutrition. Report of an FAQ Expert Consultation. (2013). FAO
- Food Nutr Pap, 92, 1-66.
- Guéguen J., Walrand S., Bourgeois O. 2016. Les protéines végétales: contexte et potentiels en alimentation humaine. Cahiers de nutrition et diététique, in press.

Auswahl an eigenen Publikationen:

- Davis J., Sonesson U., Baumgartner D.U. & Nemecek T., 2010. Environmental impact of four meals with different protein sources: Case studies in Spain and Sweden. Food Research International, 43: 1874-1884.
- Egger L., Ménard O., Delgado-Andrade C., Alvito P., Assunção R., Balance S., Barberá R., Brodtkorb A., Cattenoz T., Clemente A., Comi I., Dupont D., Garcia-Llatas G., Lagarda M. J., Le Feunteun S., Janssen Duijghuijsen L., Karakaya S., Lesmes U., Mackie A. R., Martins C., Meynier A., Miralles B., Murray B. S., Pihlanto A., Picariello G., Santos C. N., Simsek S., Recio I., Rigby N., Rioux L.-E., Stoffers H., Tavares A., Tavares L., Turgeon S., Ulleberg E. K., Vegarud G. E., Vergères G., Portmann R. 2016. The harmonized INFOGEST in vitro digestion method: From knowledge to action. Food Research International 88 (Part B), 217-225 .
- Kopf-Bolan, K. A., Schwander, F., Gijs, M., Vergeres, G., Portmann, R., & Egger, L. 2012. Validation of an in vitro digestive system for studying macronutrient decomposition in humans. J Nutr, 142 (2), 245-250.
- Minekus, M., Alminger, M., Alvito, P., Ballance, S., Bohn, T., Bourlieu, C., Carriere, F., Boutrou, R., Corredig, M., Dupont, D., Dufour, C., Egger, L., Golding, M., Karakaya, S., Kirkhus, B., Le Feunteun, S., Lesmes, U., Macierzanka, A., Mackie, A., Marze, S., McClements, D. J., Menard, O., Recio, I., Santos, C. N., Singh, R. P., Vegarud, G. E., Wickham, M. S., Weitschies, W., & Brodtkorb, A. 2014. A standardised static in vitro digestion method suitable for food an international consensus. Food Funct, 5 (6), 1113-1124.
- Walther B. & Schmid A. 2017. Effect of fermentation on vitamin content in food : Chapter 7. In: Fermented foods in health and disease prevention (Hrsg. Frias J., Martinez-Villaluenga C. & Peñas E.). Academic Press, Boston.
- - Schmid A., Brombach C., Jacob S., Schmid I., Sieber R. & Siegrist M., 2012. Ernährungssituation in der Schweiz. In: Sechster Schweizerischer Ernährungsbericht. (Eds. U. Keller, E. Battaglia-Richi, M. Beer, R. Darioli, K. Meyer, A. Renggli, C. Römer-Lüthi und N. Stoffel-Kurt). Bundesamt für Gesundheit

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet

(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Alternative pflanzliche Proteinquellen sind im Trend. Die Verdaulichkeit der Proteine fliesst dank eines in vitro Verdaus in die Beurteilung ihrer Qualität ein. Das Projekt HumanProt Sources evaluiert die Qualität von pflanzlichen Proteinquellen aus der Schweiz im Vergleich zu tierischen.

Die Produktion grosser Mengen tierischer Lebensmittel zur Sicherung der Proteinversorgung hat negative Umweltwirkungen, weshalb pflanzliche Proteinquellen und Insekten als Alternativen diskutiert werden. Die Qualität von Proteinen sollten nicht nur über deren Aminosäurezusammensetzung, sondern über die spezifische Verdaulichkeit und Bioverfügbarkeit (DIAAS) bestimmt werden. Wissenschaftliche Erkenntnissen zur Folge, beeinflusst die Struktur, die Verarbeitung und die anschliessende Verdauung des Nahrungsmittels aber stark die Bioverfügbarkeit der enthaltenen Proteine. In diesem Projekt soll mit Hilfe eines in vitro Verdaus eine Berechnungsgrundlage entwickelt werden, welche es ermöglicht, die biologische Wertigkeit eines Nahrungsmittelproteins präziser zu beurteilen. Neben Proteinen sind Lebensmittel aber auch Quellen für andere Nährstoffe. Das HumanProt Sources Projekt untersucht den Beitrag pflanzlicher und tierischer Proteinquellen an die Nährstoffversorgung des Menschen (Protein, Vitamine, Mineralstoffe) und klärt ab, ob sich pflanzliche Proteinquellen z.B. durch Verarbeitung, mikrobielle Fermentation oder Kombination mit anderen Lebensmitteln diesbezüglich optimieren lassen.

Genehmigung des Projektes

Datum: 00.00.2017	Visum FGL: Kürzel
Datum: 31.10.2017	Visum FBL / KBL: hehd/jucr
Datum: 31.10.2017	Visum V SFF: hehd



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.04.17.02.02

Kurzbegriff/Projektakronym (max. 20 Zeichen)

PigEfficiency

Nr. Bereich.

17

Produktionssysteme Tiere und Tiergesundheit

Nr. Gruppe

17.2

Schweine

Projektleitung/Stellvertretung

Giuseppe Bee / Patrick Schlegel

Projektdauer

4 Jahre

Projektstart

2018

Projektende

2021

Projekt

Total des jours de travail sans fonds tiers	5150
Beitrag zu SFF	4
Beitrag zu weitem SFF	7

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	8.3; 9.32; 13.17; 16.64; 18.3; 18.159; 23.23; 23.98; 24.2; 24.7; 24.10; 24.11
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Ressourceneffiziente Produktion von Schweinefleisch von hoher physikalischer und sensorischer Qualität

Ressourceneffiziente Schweineproduktion

Resource efficient production of pork with high physical and sensory properties

Protein, phosphorous, efficiency, performance, quality, pig, heritability

Ausgangslage und Problemstellung

Bei immer knapper werdenden Futterressourcen, wird die Effizienz der Nährstoffverwertung eines der wichtigsten Produktionskriterien in der Schweineproduktion. In diesem Zusammenhang haben der Gehalt an Rohprotein, Aminosäuren und Phosphor im Schweinemastfutter aufgrund ihrer umweltrelevanten Rolle eine grosse Bedeutung. Laufende Untersuchungen an Agroscope haben gezeigt, dass in der schweizerischen Edelschweinpopulation das Potenzial besteht, mit Rationen, die im Vergleich zu Standardrationen einen 15-20 % geringeren Rohprotein- bzw. Aminosäuren Gehalt haben, ein ähnliches Wachstum zu erzielen. Vergleichbare Resultate wurden auch mit 25 % reduziertem verdaulichem Phosphor erreicht, wobei die Knochenmineralisierung leicht zurückging.

Wegen des hohen Rohproteingehaltes und des für das Wachstum des Schweines günstigen Aminosäurenprofils ist Sojaprotein die wichtigste Proteinquelle in Schweine(mast)rationen. Schätzungen zu Folge könnte mit solchen "proteineffizienten" Schweinen (PES; heute weisen ca. 30 % der Edelschweine dieses Potential auf) der Bedarf an Rohprotein stark reduziert bzw. vollständig auf Sojaprotein verzichtet werden. Dieser Verzicht eröffnet zudem die Möglichkeit, den Einsatz "europäischer" Proteinfuttermittel in Mastrationen zu fördern. Bevor auf eine gezielte Selektion auf PES gesetzt werden kann, müssen zuerst verschiedene grundlegende Fragen geklärt werden. Um die Nährstoffeffizienz zu bestimmen hat Agroscope in eine Schneidemühle für Ganzkörper und in ein DXA-Gerät investiert. Das DXA-Gerät ermöglicht nicht-invasive Messungen und soll die aufwendigen chemischen Analysen teils mittels noch zu bestimmenden Regressionen ersetzen.

Sojaprotein kann ins Mastfutter durch andere gebräuchliche Proteinreiche Futtermittel wie Sonnenblumen- oder Rapsschrot bzw. Kuchen ersetzt werden. Weitere alternative proteinreiche Produkte wie Insekten oder Algen könnten in Zukunft eingesetzt werden.

Ziele und Forschungsfragen

Hauptziel des vorliegenden Projektes ist zu überprüfen, ob durch die verbesserte Nährstoffeffizienz der Qualitätsstandard des Schweizerischen Schweinefleisches erhalten werden kann. Diese Untersuchungen werden mit Tieren durchgeführt, die während des Wachstums als PES oder als nicht PES beurteilt werden.

Die zu bearbeitenden Forschungsfragen sind **in erster Linie**:

- 1) Welche Schlachtkörper- (Magerfleischanteil und Fettqualität) und Fleischqualität (Wasserhaltevermögen, Zartheit, sensorische Merkmale) kann mit PES erreicht werden?
- 2) Gibt es Unterschiede zwischen weiblichen und kastrierten Schweinen (oder Jungeber bzw. immunokastrierten Tieren)?
- 3) Wenn Unterschiede bestehen, in welcher Grössenordnung sind diese und erfordern diese Unterschiede unterschiedliche Fütterungsempfehlungen?
- 4) Wie wird die Verwertung anderer ähnlich strategischer Nährstoffe (z.B. Energie und Phosphor) bei PES im Vergleich zu konventionellen Tieren verändert?
- 5) Welche physiologischen Mechanismen sind für die hohe Nährstoffeffizienz verantwortlich?
- 6) Gibt es genetische Marker, die eine frühzeitige Selektion solcher Tiere erlaubt?
- 7) Wie unterscheiden sich PES von ineffizienten Schweinen hinsichtlich Umweltemissionen, im Speziellen Ammoniak?

Das zweite Ziel ist eine gezielte Zucht auf PES (> 3-4 Generationen). In diesem Zusammenhang stellen sich neben den bereits gestellten (siehe oben) die folgenden Fragen:

- 1) Welche Auswirkung hat die gezielte Selektion auf das Merkmal Proteineffizienz auf Gesundheit und Reproduktion der Schweine?
- 2) Welche Variabilität besteht hinsichtlich Effizienz in der Proteinverwertung und in der Verwertung anderer Nährstoffe solcher selektierter PES?
- 3) Ist die präzäkale Verdaulichkeit der Aminosäuren verschiedener Proteinträger inländischer Herkunft verändert bei PES Tieren?

Das dritte Ziel ist die Abschätzung des Potenzials von Alternativen und neuen Proteinquellen in der Schweinemast:

- 1) Was für Proteinquellen kämen in der Schweiz in Frage und was sind ihre Vor- und Nachteile bei einem Einsatz?
- 2) Welchen Einfluss hat der Ersatz von Sojaprotein durch eine neue Proteinquelle, welche am vorteilhaftesten beurteilt wird auf Mastleistung, Schlachtkörper- (Magerfleischanteil und Fettqualität) und Fleischqualität (Wasserhaltevermögen, Zartheit, sensorische Merkmale)?

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 4 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Durch gezielte Selektion Bedarf an relevanten Nährstoffen wie Protein und Mineralstoffe reduzieren. Effizienter Einsatz von Eiweiss aus inländischer (oder europäischer) Produktion.

Das Projekt trägt zu den folgenden Fragen des SFF4 bei:

1. Wie kann die Proteinversorgung von Schweinen hinsichtlich Nachhaltigkeit, Genuss, Gesundheit und Ernährungssicherheit optimiert werden?
3. Wie kann der Proteinbedarf in der Tierproduktion gesenkt werden?
4. Wie können die vorhandenen Proteinquellen in der Schweinemast effizienter eingesetzt werden und welche Auswirkungen haben diese Änderungen auf die Nährstoffversorgung?
7. Welches Potential haben die neuen oder alternativen Proteinquellen in der Schweinemast, um Sojaprotein zu ersetzen?

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 7: Mit Hilfe von in vitro Zell- und Gewebekultur und der Molekulargenetik molekulare Vorgänge in wichtigen Organen wie Leber, Muskel und Darm untersuchen und somit der Ursache für die verbesserte Proteineffizienz auf den Grund gehen. Genetische Marker für die gezielte Selektion eruieren.

zu SFF Nr. 10: Im Rahmen der Ressourceneffizienz und Nachhaltigkeit eine hochwertige Qualität von Schweinefleisch sicherstellen.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Durch die Einführung einer neuen Richtlinie, die eine Verwendung von 100% Biofutter verlangt (d.h. kein Einsatz von fettarmem Kartoffelprotein, da in Bioqualität nicht in genügender Menge verfügbar), müssen bei den heute geltenden Fütterungsempfehlungen zu hohe Rohproteingehalte im Biofutter für Schweine verwendet werden. Da die Proteinträger hauptsächlich aus fettreichen Presskuchen bestehen, resultieren daraus Rationen, die zu Fettqualitätsabzügen in den Schlachthöfen führen werden. Aus dieser Perspektive wären PES wünschenswert und würden verschiedene Probleme (z.B. Umweltbelastung durch hohe N-Verluste in Kot und Harn; Einbussen in der Fettqualität und darauf folgende grössere Preisabzüge) deutlich entschärfen.

Material und Methoden (grob skizziert)

Ziel 1: in einem ersten Versuch werden mit reduziertem Gehalt an Protein und Aminosäuren im Futter, PES und nicht PES Schweine ausgewählt. Deren Körperzusammensetzung wird mittels DXA Messung verfolgt und nach Schlachtung werden Blutproben, Darmwand und weitere Proben gesammelt um Erklärungen zu Unterschieden zwischen PES und nicht PES Schweine zu erkunden. Zudem werden Bilanzversuche durchgeführt.

Ziel 2: Die Zuchtherde wird in zwei geteilt, wobei Remonten aufgrund ihres schlechteren bzw. besseren „N-Effizienz Index“ selektioniert werden. Dieser Wert wird mittels der Proteineffizienz der Mutterlinie und der Vaterlinie beurteilt. Dieses Ziel wird als langfristige Arbeit angedacht und wird wohl über die Periode 2018-2021 hinausgehen. Die Zuchtremonen werden mittels DXA Messungen auf ihre Körperzusammensetzung mitverfolgt.

Ziel 3: Eine Literaturrecherche beurteilt das Potential von verschiedenen alternativen Proteinquellen. Ausgewählte Produkte könnten eventuell mithilfe von der in Liebefeld entwickelten Protein in vitro Methode auf deren Aminosäurenabbau untersucht werden. Die vielversprechendsten Produkte werden, falls möglich, mittels Mastversuchen geprüft (mehrere Versuche werden sicher benötigt). Aspekte wie eine genügende Verfügbarkeit des Produktes, der möglichen Verarbeitung und Lagerung des Produktes in der Agroscope Futtermühle sowie die Möglichkeit, die geschlachteten Mastschweine in den Lebensmittelkanal zu vermarkten, müssen vor einem Versuch abgeklärt werden.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Beck P. et al., Inferring relationships between Phosphorus utilization, feed per gain, and bodyweight gain in an F2 cross of Japanese quail using recursive models. Poultry Science 95, 764–773.
- Ruiz-Ascacibar I. et al., 2017. Impact of amino acid and CP restriction from 20 to 140 kg BW on performance and dynamics in empty body protein and lipid deposition of entire male, castrated and female pigs. Animal 11, 394-404.
- Schlegel P. and Gutzwiller A., 2017. Effect of calcium und phosphorus on growth performance and mineral status in growing-finishing pigs. EAAP proceeding, Tallin, Estonia.
- de Verdal H. et al., 2013. Reducing the environmental impact of poultry breeding by genetic selection. Journal of Animal Science 91, 613–622.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet

(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

In den letzten Jahrzehnten konnte die Schweizer Schweineproduktion den Einsatz von Protein und Phosphor erfolgreich reduzieren. Soja und Phosphat sind aus Umweltgründen weiterhin sensible Themen. Durch die Selektion von proteineffizienten Schweinen wird nun untersucht ob bei gleichbleibender Wachstumsleistung und Fleischqualität diese Nährstoffe in den Futterrationen weiter reduziert werden können.

Die effiziente Nutzung von Protein und Phosphor ist in der Schweineproduktion wegen knapper werdenden Ressourcen und aus Umweltgründen von grosser Relevanz. Es besteht Potential deren Gehalte in Futterrationen zu reduzieren und so den Einsatz von Sojaprodukten und Phosphaten zu reduzieren. Innerhalb einer Herde ist die Proteineffizienz der Tiere unterschiedlich. Gründe für die Unterschiede zwischen proteineffizienten und nicht effizienten Tieren und deren Unterschiede bezüglich Leistung und Fleischqualität werden untersucht. Weiter wird auf proteineffiziente Schweine gezüchtet. Alternative Futtermittel zu Sojaprotein werden für die Schweinemast untersucht, im speziellen Produkte aus Insekten oder Algen.

Genehmigung des Projektes

Datum: 27.10.2017	Visum FGL: begi
Datum: 31.10.2017	Visum FBL / KBL: hehd
Datum: 31.10.2017	Visum V SFF: hehd



SFF 5 Nachhaltigen, risikoarmen Pflanzenschutz entwickeln

AutorInnen	Robert Baur, Olivier Viret, Christoph Carlen, Willy Kessler
Begleitende WissenschaftlerInnen	Dominique Mazzi, Susanne Vogelgsang
Verantwortliche/r BereichsleiterIn	Alain Gaume
Research Peer	Otto Daniel für Teil Umweltwirkung, Dominique Mazzi für Produktions- teil

Zusammenfassung

Der Pflanzenschutz sichert in allen Kulturen des Pflanzenbaus Quantität und Qualität der Erträge als Voraussetzung für eine rentable Produktion. Trotz aller Massnahmen sind erhebliche Ertrags- und Ernteverluste durch Schadorganismen heute immer noch häufig. Entsprechend sind neue Verfahren, Technologien und Strategien zu entwickeln, die anstelle von Pflanzenschutzmitteln präventiv oder zur Regulierung von Schädlingen, Krankheiten und Unkräutern genutzt werden können. Voraussetzung hierzu ist die Erforschung von Diagnoseverfahren, sowie der Biologie und Ökologie von bekannten und neu auftretenden Schadorganismen und ihren Antagonisten.

Wo ein Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln unumgänglich ist, sollen Methoden und Strategien entwickelt werden, um Emissionen und Risiken für Mensch und Umwelt zu reduzieren. Dazu gehören die Optimierung von Einsatzzeitpunkt und Anbausystemen sowie der Applikationsverfahren. Darüber hinaus sollen Expertisen für die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln und begleitende Forschung sicherstellen, dass eine konkurrenzfähige landwirtschaftliche Produktion ohne unannehmable Nebenwirkungen auf die Umwelt und ohne gesundheitliche Risiken möglich ist.

Ausgangslage und Hintergrund

Pflanzenschutz (nachfolgend PS) umfasst alle Massnahmen, mit denen in einem Agrarökosystem Nutzpflanzen vor Schädlingen, Krankheiten und Unkräutern geschützt werden sollen, damit sie ihr Ertragspotenzial möglichst vollständig ausschöpfen. Dank PS werden Erträge gesichert bzw. gesteigert und die Qualität und Sicherheit der Erntegüter erreicht das vom Abnehmer geforderte Niveau. Auch die Lagerfähigkeit der produzierten Ernte sowie ihre Eignung zur Verarbeitung ist von ihrer Gesundheit und damit entscheidend vom PS abhängig. Nicht zuletzt dienen PS-Massnahmen in vielen Fällen auch der Senkung der Produktionskosten, zum Beispiel indem fehlende Verunkrautung eine rationellere Ernte ermöglicht oder indem befallsfreie Erntegüter den Sortieraufwand nach der Ernte verringern. Wirkungsvoller PS ist der wichtigste Faktor für einen erfolgreichen Anbau von landwirtschaftlichen Nutzpflanzen.

Das Konzept des Integrierten PS, auf dem im Prinzip auch der PS im Biologischen Anbau beruht, geht von einer Hierarchie der PS-Massnahmen aus. An der Basis stehen präventive Massnahmen, wie Fruchtfolge, befallsfreies Saat- und Pflanzgut, der Anbau von robusten und resistenten Sorten, die Verhinderung der Einschleppung von Schadorganismen und die Ausrichtung von Agrarökosystemen auf die Nutzung natürlicher Regulierungsmechanismen und Ökosystemleistungen (z.B. natürliche biologische Schädlingskontrolle, Bestäubung). Zeigen Befallserhebungen, Warndienste und Prognosesysteme die Gefahr von Schäden über den validierten Schadensschwellen, dann können zusätzlich direkt wirksame nicht-chemische Methoden, wie etwa biologische Bekämpfung, eingesetzt werden. Erst wenn auch damit die Ziele des PS nicht erreicht werden, ist der Einsatz chemischer Pflanzenschutzmitteln (PSM) vorgesehen.

Je nach angebauter Kultur, Anbauregion und Produktionsintensität kommt heute in der Schweiz den einzelnen Elementen des Integrierten PS eine unterschiedliche Bedeutung zu, wobei der Einsatz von chemischen und biologischen PSM oft im Vordergrund steht. Rückstände von chemischen PSM auf Erntegütern, im Trinkwasser und in Oberflächengewässern, sowie die Schädigung von Nichtzielorganismen inner- und ausserhalb der Nutzflächen gehören zu den Risiken, welche heute bereits reduziert, aber in Zukunft noch weiter gesenkt werden müssen. Ein nationaler Aktionsplan zur Verminderung der Risiken des chemischen PS, der nach dem Entscheid des Bundesrates per 2017 in Kraft treten soll, wird von der landwirtschaftlichen Produktion diesbezüglich umfassende Massnahmen verlangen, welche dazu beitragen, dass das Schweizer Agrar- und Ernährungssystem auch in Bezug auf PS nachhaltiger und resilienter wird.

Die Bedeutung des PS für Landwirtschaft, Gesellschaft und Umwelt zeigt sich auch in der umfangreichen gesetzlichen Regulierung der verschiedenen Aspekte des PS. Zu erwähnen sind insbesondere die Pflanzenschutzmittelverordnung PSMV für die Zulassung und den Einsatz von PSM, die Direktzahlungsverordnung DZV für den Einsatz von PSM im ÖLN, die Pflanzenschutzverordnung PSV (und Teile der Freisetzungsverordnung FrSV) zum Umgang mit besonders gefährlichen Schadorganismen (Quarantäneorganismen) und die Fremd- und Inhaltsstoffverordnung FIV zur Regulierung von PSM-Rückständen in Lebensmitteln. Hinzu kommen für die Landwirte vergleichbar wichtige privatwirtschaftliche Regulierungen zum PS, z.B. im Rahmen von SwissGAP. Aus dieser Regulierung ergibt sich ein hoher Bedarf für Expertise zur Politik- und Vollzugsunterstützung sowie zur Bereitstellung von Grundlagen für die umsetzungsorientierte Beratung, z.B. in den Kantonen.

Das SFF soll die Grundlagen liefern, damit zukünftiger PS die sehr hohen und weiter steigenden Anforderungen an die Qualität und Sicherheit der Erntegüter, an die Produktionssicherheit und an die Umweltverträglichkeit der Produktion gewährleisten kann. Handlungsbedarf besteht dabei in Bezug auf Forschung, Entwicklung und Vollzugsunterstützung bei folgenden, mehrheitlich auch im Nationalen Aktionsplan PSM aufgezeigten Prioritäten:

- **Optimierung von Anbausystemen und Fruchtfolgen zur Prävention** gegen Befall durch Schadorganismen und zur verbesserten Nutzung von Ökosystemdienstleistungen. Dazu gehören Massnahmen gegen boden und samenbürtige Pathogene von Nutzpflanzen und die Sicherung der Leistung von Bestäubern und Antagonisten von Schadorganismen.
- **Überwachung und Prognose** als Voraussetzung für einen optimalen Einsatzzeitpunkt von nicht-chemischen und chemischen Bekämpfungsmassnahmen. Verbesserte Entscheidungsgrundlagen basieren auf Daten neuer Überwachungsmethoden und auf weiterentwickelten, beispielsweise durch regionale Wetterdaten und Sorten-Differenzierung abgestützten Prognosemodellen. Neue Kommunikationstechnologie soll die Nutzung der Information für Praxis und Beratung verbessern.
- **Ersatz von chemischen PSM durch alternative Methoden und neue Anbauverfahren.** Viele Schadorganismen werden heute chemisch bekämpft, weil alternative Methoden entweder fehlen oder in Bezug auf Wirkungsgrad und Aufwand den Praxisanforderungen nicht genügen. Auch der Ersatz von Kupfer im biologischen Anbau durch wirksame alternative Methoden ist von hoher Priorität.
- **Diagnose von Schadorganismen** als Grundlage für Prävention und gezielte Bekämpfung. Neue Methoden müssen Effizienz und Sicherheit der Diagnosen verbessern und einen Beitrag zur Verhinderung der unbeabsichtigten Einschleppung gebietsfremder Schadorganismen leisten. Die Entwicklung von Alternativen zum chemischen PS setzt eine vertiefte, heute oft noch fehlende, Kenntnis der Biologie und Epidemiologie (Krankheitserreger) bzw. Populationsdynamik (Schädlinge) der Schadorganismen und ihrer Antagonisten voraus.
- Eine **Reduktion der Risiken durch gezieltere Anwendung und Verringerung der Emissionen** von Pflanzenschutzmitteln ist dort notwendig, wo vorderhand nicht auf chemischen PS verzichtet werden kann. Technische Massnahmen zur Reduktion der Emissionen, wie zum Beispiel Abdrift und Run-Off, müssen verbessert und in Bezug auf ihren Beitrag zur Zielerreichung geprüft werden.
- Die **Integration aller Massnahmen, inkl. neuer Verfahren und Methoden, in ganzheitliche PS-Strategien**, unter Berücksichtigung des minimal notwendigen chemischen PS, erfordert wissenschaftlich fundierte praxisbezogene Systemforschung, damit Effektivität, Umweltwirkung, ökonomische Umsetzbarkeit und Praxistauglichkeit soweit abgeklärt werden können, dass die Grundlagen für die Einführung in die Praxis vorliegen. Erfahrungen aus der Schweiz und der EU zeigen, dass Neuerungen in der Praxis oft zögerlich oder gar nicht aufgenommen werden, weil zu wenig Erkenntnisse zum Gesamtsystem und damit zu wenig überzeugende Argumente aus der Perspektive der Landwirte vorliegen. Systemforschung im Rahmen von Co-Innovationsprojekten kann eine beschleunigte Verhaltensänderung der Landwirte und rasche Anpassung der PS-Strategien bewirken.
- Unterstützung eines hochstehenden **Zulassungsverfahrens** durch Expertise in den Bereichen Produktchemie, Bildung von Rückständen auf Erntegütern, Umweltverhalten und Wirkung auf Nichtzielorganismen inkl. Bestäuber (Bienen), Wirkungsweise, -effizienz und landwirtschaftliche Eignung. Der nationale und internationale Trend zu komplexeren Risikobeurteilungen und das hohe mediale und politisch-gesellschaftliche Interesse an Umwelt- und Gesundheitsrisiken führt zu einem erhöhten Bedarf an Expertise sowie Transparenz und Nachvollziehbarkeit der Zulassung.
- Der für die PSM-Industrie steigende Aufwand für die Zulassung führt dazu, dass neue risikoärmere PSM nahezu ausschliesslich für die weltweit wichtigsten Kulturen entwickelt werden. Eine die Zulassung unterstützende F&E muss dazu beitragen, dass auch für die flächenmässig weniger bedeutenden, aber für die Schweizer Landwirtschaft besonders wichtigen **Spezialkulturen und Nischenkulturen** alte Wirkstoffe durch **Zulassungen für risikoärmere neue PSM** ersetzt werden.
- Verbesserung des **Wissens über die Umweltrisiken des chemischen PS** als Grundlage sowohl für die Zulassung als auch für einen risikoarmen Einsatz in der Praxis. Insbesondere der Schutz der terrestrischen Nichtzielorganismen

bedingt eine bessere Risikobewertung (Bsp. Expositionsszenarien für Amphibien, Nichtziel-Arthropoden – darunter die Bestäuber (Bienen) – und Vögel) unter Berücksichtigung ihrer Lebensweise in der kleinstrukturierten Landschaft der Schweiz und in Anbetracht weiterer Massnahmen in der Landwirtschaft, wie etwa der Förderung der Biodiversität.

Agroscope hat bereits im AP 2014–17 zu diesen Prioritäten wichtige Beiträge geleistet. Die enge Verknüpfung von Vollzugsunterstützung, anwendungsorientierter Forschung und Entwicklung, sowie dem Wissensaustausch mit Praxis und Beratung hat sich dabei als vorteilhaft für wirkungsorientierte, bedarfsgerechte Leistungen auf allen Ebenen erwiesen. Die Hauptstossrichtungen des SFF 5 «Nachhaltigen, risikoarmen Pflanzenschutz entwickeln» müssen verstärkt auf die Sicherung natürlicher Ressourcen und Ökosystemleistungen als Produktionsgrundlage und damit verbunden auf eine Reduktion von chemischem PSM-Einsatz und -Emissionen ausgerichtet werden. F&E-Projekte sowie die Vollzugsunterstützung müssen dabei berücksichtigen, dass Produktionskosten, Qualität und Quantität des Ertrages und die Anforderungen des Marktes als Schlüsselfaktoren der Wettbewerbsfähigkeit landwirtschaftlicher Betriebe mit neuen PS-Lösungen vereinbar sein müssen.

Nationales und internationales Forschungsumfeld

Weltweit wird Forschung auf dem Gebiet des SFF v.a. in industrialisierten Ländern mit intensiver Landwirtschaft betrieben (u.a. USA, Kanada, Frankreich, Deutschland, Niederlande). Häufig werden Forschungsaktivitäten mit Praxisnutzen in enger Kooperationen mit Hochschulen/Universitäten, sowie mit staatlich oder privat finanzierten Institutionen mit Agroscope-ähnlichem Mandat (Kanada: AAFC, F: INRA, D: JKI) und anderen Stakeholdern (Behörden, Industrie) durchgeführt.

In Europa bietet die International Organisation for Biological and Integrated Control (IOBC)¹ schon seit den Anfängen der Entwicklung der Integrierten Produktion eine Plattform für den wissenschaftlichen Austausch zum Integrierten PS und liefert auch Konzepte zu dessen Implementierung in der Praxis. Im Jahr 2009 wurde mit dem in Kraft getretenen Pflanzenschutzpaket der EU erstmals ein einheitlicher Rahmen geschaffen, um die mit der Anwendung von PSM verbundenen Risiken für Mensch und Umwelt zu reduzieren. Mit der Verpflichtung der Mitgliedstaaten, im Rahmen von nationalen Aktionsplänen geeignete Massnahmen zu treffen, um einen PS mit niedrigem PSM-Einsatz zu fördern, erreichte der PS die öffentliche Wahrnehmung in ganz Europa. Im Rahmen von Expertengesprächen wurden die prioritären Forschungsbedürfnisse identifiziert, u.a. die Entwicklung und Umsetzung von Alternativen zum chemischen PS und von Verfahren zur Risikominderung im PS (Kulturmassnahmen, Anbau resistenter/toleranter Sorten, biologische PSM und Naturstoffe, Nützlingsförderung), die Entwicklung effektiven und umweltschonenden Anwendungsbestimmungen bei der Zulassung von PSM, sowie die Erarbeitung von Massnahmen im Bereich der Lebensmittelsicherheit (Rückstandshöchstgehaltsüberschreitungen; Mehrfachrückstände) und des Gewässerschutzes. Forschungsförderungsgremien orientieren sich zunehmend an diesen Prioritäten. Die international koordinierte Forschung stützt sich v.a. auf europaweite Förderungsinitiativen. Das kürzlich abgeschlossene EU-Projekt PURE² (Laufzeit 2011–15) bündelte die Kräfte von 24 Partnern in der Suche nach innovativen integrierten PS-Lösungen in sechs ausgewählten Anbausystemen. Das aus 27 Partnern bestehende EU-Konsortium BIOCOMES (2013–17) strebt die Entwicklung und Implementierung biologischer PS-Verfahren in Land- und Forstwirtschaft an³. Im kürzlich gestarteten Horizon 2020-Projekt MycoKey werden unter anderem präventive und biologische Bekämpfungs-Massnahmen gegen ertrags- und gesundheitsgefährdende Ährenfusariosen in Getreide untersucht und weiterentwickelt. In der ERA-Net action CORE Organic Plus⁴ (2015–18) mit 24 Partnern wird u.a. die Nutzung funktioneller Biodiversität gegen Schadorganismen im Biologischen Anbau untersucht. Offene Ausschreibungen im aktuellen Arbeitsprogramm Horizon 2020 im Bereich Ernährungssicherheit und nachhaltige Land- und Forstwirtschaft stehen mit Teilaspekten dieses SFFs im Zusammenhang, u.a. mit der Förderung von Forschung nach neuen Produkten, Verfahren und Strategien für den integrierten PS zwecks Senkung des PSM-Einsatzes im Obst- und Gemüsebau⁵, nach einem vertieften Verständnis der Auslöser von Pflanzenkrankheiten und der angemessenen Antworten auf neue Pflanzenkrankheiten⁶ und dem Ersatz von problematischen Einsatzstoffen im biologischen Anbau⁷. Es ist zu erwarten, dass auch auf Ebene der einzelnen EU-Länder gezielte Förderungsinitiativen dazu beitragen werden, identifizierte Wissenslücken zu schliessen. So unterstützt z.B. in Deutschland das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) mit einem neu geschaffenem Finanzierungsgefäss innovative Vorhaben für einen nachhaltigen PS⁸.

In der EU wurde erkannt, dass Forschungsförderung bisher oft Wissen generiert hat, das von der landwirtschaftlichen Praxis nur ungenügend aufgenommen und implementiert wurde. Deshalb wurden neue Gefässe und Pro-

1 IOBC-WPRS: International Organisation for Biological and Integrated Control, West Palaearctic Regional Section

2 <http://www.pure-ipm.eu/>

3 <http://www.biocomes.eu/>

4 <http://www.coreorganic.org/>

5 <https://ec.europa.eu/research/participants/portal/desktop/en/opportunities/h2020/topics/6061-sfs-17-2017.html>

6 <https://ec.europa.eu/research/participants/portal/desktop/en/opportunities/h2020/topics/6057-sfs-10-2017.html>

7 <http://ec.europa.eu/research/participants/portal/desktop/en/opportunities/h2020/topics/6051-sfs-08-2017.html>

8 https://www.ble.de/DE/09_Presse/Aktuelles/2016/160128_Pflanzenschutz.html

gramme geschaffen, um eine wirkungsorientiertere Umsetzung zu fördern, zum Beispiel EIP-AGRI⁹ als eines von fünf Programmen der European Innovation Partnerships oder Horizon 2020 Thematic Networks (ISIB-2), welche an Stelle des klassischen unidirektionalen Wissenstransfer-Modells Co-Innovation im Rahmen von interaktiven «Operational Groups» fördert. Dass CO-Innovation ein erfolgversprechender Ansatz sein kann, um die Implementierung von IPM zu fördern, zeigte ein Work Package im Projekt PURE¹⁰.

In der Schweiz betreiben neben Agroscope, Hochschulen und Universitäten, Fachhochschulen (u.a. HAFL, ZHAW) und das FiBL Forschung zu Aspekten des SFF, teilweise auch in Verbindung mit der Ausbildung von Studierenden und Berufslernenden. Dabei nehmen die ETHZ, die EPFL und die kantonalen Universitäten einen eher globalen Blickwinkel ein. Die verschiedenen Forschungseinheiten befassen sich vertieft mit einzelnen Themen, deren Auswahl von Veröffentlichungs- und Förderungsaussichten mitbestimmt wird. Die praktische Verwertung der erarbeiteten Kenntnisse hat dabei einen mittel- bis langfristigen Zeithorizont, da Machbarkeits- oder Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen nicht oder nur im Hintergrund mitberücksichtigt werden. Über thematische Plattformen engagieren sich Hochschulen miteinander und unter Einbezug externer Partner für die Förderung von Forschungsaktivitäten auf dem Gebiet des SFF. Das World Food System Center der ETHZ¹¹, mitgetragen von der Mercator Stiftung und Coop, unterstützt zum Beispiel Kooperationen im Bereich nachhaltiger Ernährungssysteme; das Plant Science Center¹², das Kompetenzzentrum für Pflanzenwissenschaft der ETHZ und der Universitäten Zürich und Basel, pflegt ein Netzwerk von rund 30 Forschungsgruppen und 50 Mitarbeitenden und schafft die Voraussetzungen für den fachlichen Austausch über die disziplinären Grenzen hinaus, mit einem besonderem Augenmerk für die Nachwuchsförderung. Die Fachhochschulen streben hingegen eine theoretisch fundierte, aber praxisorientierte Ausbildung an, in der eher anwendungsorientierte Forschungsthemen und anwendungsbezogene Spezialisierungen im Vordergrund stehen. Das FiBL hat sich, ähnlich wie Agroscope, mehrheitlich auf eine anwendungsorientierte, jedoch weniger in die Tiefe gehende Forschung ausgerichtet. Die Ausrichtung auf drittfinanzierte Forschung hat einzelnen Fachbereichen in den letzten Jahren ein rasches Wachstum ermöglicht. Durch den Fokus auf die Rahmenbedingungen biologisch wirtschaftender Betriebe lassen sich Forschungsergebnisse des FiBL nicht generell auf andere nachhaltige Anbausysteme übertragen. Weil aber die allgemeinen Prinzipien des integrierten PS mit der PS Strategie im biologischen Anbau übereinstimmen, ergeben sich Synergien mit den Stossrichtungen des SFF, insbesondere in der Suche nach Alternativen zum chemischen PS (Kulturmassnahmen, PSM biologischen Ursprungs). In der Schweiz und in anderen industrialisierten Ländern, in denen adäquate Förderungsinstrumente frühzeitig geschaffen wurden (KTI, diverse Spin-off Förderungsinitiativen der ETHZ wie die «Pioneer Fellowships» und die «Innovation and Entrepreneurship Labs»), werden F&E zunehmend verzahnt in heterogenen Kooperationsarrangements zwischen Forschungs-/Bildungsinstitutionen und kleinen/mittleren Unternehmen (KMU) betrieben. Dies betrifft v.a. Anwendungen, welche durch den Einsatz neuer Technologien zu grösserer Effizienz, Präzision, Reproduzierbarkeit oder Empfindlichkeit führen («Internet der Dinge»), wie zum Beispiel automatisierte Bewässerungssysteme, die auf Daten von Wettersensoren reagieren und die Diagnostik von Pflanzenkrankheiten mittels digitaler automatischer Bilderkennung durch Fotos der Symptome.

Eine für die Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft eher neue Entwicklung ist die vermehrte Finanzierung von universitären Lehrstühlen durch die Industrie. (z.B. Nachhaltige Agrarökosysteme ETHZ¹³). Wie sich dieser Trend auswirkt auf die Forschungsinhalte, die Freiheit zur Publikation von Ergebnissen und ob sich dieses Modell auf für Agroscope eignet, müsste noch geprüft werden.

Die vier wichtigsten Fragen, die sich national und international zur Thematik des SFF stellen, sind:

- Wo haben Schadorganismen auf Grund ihrer Biologie, ihrer Populationsdynamik bzw. Epidemiologie und ihrer Interaktion mit dem Agrarökosystem Eigenschaften, die als Ansatzpunkte zu ihrer Regulierung genutzt werden können? Wie müssen die Systeme angepasst werden, um diese Ansatzpunkte zu nutzen?
- Wie kann neues Wissen über die Interaktion zwischen Schadorganismen, Nutzpflanzen und Antagonisten und die daraus resultierenden Konzepte und Methoden für Alternativen zum chemischen PS auf breiter Ebene zu PS-Innovationen und entsprechender Implementierung und Verhaltensänderungen in der landwirtschaftlichen Praxis führen?
- Wie muss die Regulierung des chemischen PS bezüglich Zulassung und Anwendungsvorschriften ausgestaltet werden, damit die Risiken und negativen Auswirkungen des chemischen PS substanziell reduziert werden können (auch in der Wahrnehmung der Bevölkerung), ohne die Produktivität der Landwirtschaft unerwünscht stark zu vermindern?
- Wie können Wertschöpfungsketten der Land- und Ernährungswirtschaft so beeinflusst werden, dass der Absatz landwirtschaftlicher Produkte aus Anbausystemen mit minimalem oder gar keinem Einsatz von chemischen PSM konkurrenzfähig ist, mit jenen aus den heute vorherrschenden Anbausystemen.

9 <http://ec.europa.eu/eip/agriculture/en>

10 https://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/agri-eip/files/field_event_attachments/2014-ws-bxl-20140114_-_pieter_de_wolf-netherlands-pure_ipm.pdf

11 <http://www.worldfoodsystem.ethz.ch/>

12 <http://www.plantsciences.uzh.ch/en.html>

13 <http://www.sae.ethz.ch/>

Stellung und Positionierung von Agroscope im Forschungsfeld

Position im Umfeld gesetzlicher Regulierung des PS: Die für Agroscope typische Kombination von Vollzugsunterstützung, anwendungsorientierter F&E (inkl. internationales Netzwerk) und Unterstützung der Beratung bei der Praxisimplementierung schafft im PS wegen der vergleichsweise starken und komplexen gesetzlichen Regulierung besonders hohe Synergien. Dies zeigt die starke Nachfrage nach Agroscope-Kompetenz insbesondere zu Fragestellungen an den Schnittstellen zwischen Regulatoren, Vollzugsorganen und der Umsetzung (Bsp. KPSD, PS-Tagungen, Expertensystem Zulassung, GEQ, Branchenorganisationen, ad-hoc AGs zum Aktionsplan PSM), sowie zur Erarbeitung von Grundlagen für eine gute Agrarpraxis (best practices) und politische Massnahmen (best policies). Keine andere nationale Institution weist bezüglich PS eine vergleichbare Position und Kompetenz auf.

Breite der F&E Kompetenz von den anwendungsorientierten Grundlagen bis zur Implementierung in der Praxis: Agroscope hat in der ganzen Breite des Pflanzenbaus wissenschaftliche und praktische Expertise mit den Anbausystemen, in denen PS-Probleme zu lösen sind und in denen Potenzial für Innovation besteht. Das starke Netzwerk zu Beratung und Praxis in den jeweils wichtigen Schweizer Anbauregionen ermöglicht wirkungsorientierte Forschung und prädestiniert Agroscope für systemorientierte F&E-Ansätze. Dieser Praxiszugang ist als eine Stärke von Agroscope bekannt und wird von der universitären Forschung (national/international) durch Partnerschaften mit Agroscope gesucht.

Multi-actor approach in F&E zum PS von der Priorisierung der PS-Anliegen durch Foren der landwirtschaftlichen Sektoren über den Einbezug von verfügbarem Praxiswissen in die Erarbeitung von Lösungen bis zur Evaluierung der Umsetzbarkeit von Lösungen durch die Anwender. Dieser Agroscope-typische Ansatz erzielt eine grosse Wirkung in umsetzungsorientierten Fragestellungen. Wird in einzelnen Projekten auch von FHs erreicht, aber nicht von Hochschulen.

Die Vereinigung von Kompetenz sowohl zur Agronomie des PS als auch zu Umweltrisiken des PS unter einem Dach führt zu lösungsorientierten F&E-Ansätzen und Expertisen (Bsp. Zulassung PSM, AUI, F&E Applikationstechnik). Der Konkurrenz im Umweltbereich (Bsp. EAWAG, Universitäten) fehlt dieser umfassende Ansatz.

Nutzen für Biologischen Anbau: F&E für präventive Massnahmen und nicht-chemische Alternativen im PS sind auch im Biologischen Anbau einsetzbar. F&E von Agroscope ergänzt jene des FiBL, sofern Absprachen zur Abgleichung der beiden F&E-Portfolios erfolgen (Bsp. Kirschessigfliege).

Langfristiger Zeithorizont von F&E ermöglicht umfassende Datengrundlagen, Systemkenntnisse und längere Beobachtungsreihen. Da dies bei der universitären Forschung oft fehlt, kann Agroscope dieses Wissen in Projektpartnerschaften einbringen.

Wissenschaftliche Ziele und Forschungsfragen

Oberziel des SFF ist die Bereitstellung von Grundlagen für einen nachhaltigen PS, der in Übereinstimmung mit den Stossrichtungen von Agroscope für das Agrar- und Ernährungssystem dessen Wettbewerbsfähigkeit steigert, die natürlichen Ressourcen und Ökosystemdienstleistungen langfristig sichert, die Umweltrisiken und Emissionen reduziert und auf Produktionssystemen basiert, welche den veränderten gesellschaftlichen Ansprüchen angepasst sind. Spezifisch bedeutet dies,

- dass die Agroscope-Forschung zu den prioritären Elementen des PS anwendungs- und wirkungsorientiert sowie international vernetzt erfolgt.
- dass Behörden (BLW, BAFU, BLV und Kantone) im Hinblick auf eine zukunftsorientierte Ausgestaltung der Rahmenbedingungen für den PS auf die Expertise von Agroscope zählen können.
- dass Agroscope-Wissen von der landwirtschaftlichen Praxis inkl. der vor- und nachgelagerten Stufen als Grundlage genutzt wird, um den PS im Sinne des Oberziels weiter zu entwickeln.

Um diese Ziele zu erreichen, hat das SFF Antworten auf folgende Fragen zu liefern:

- **Kenntnis der Grundlagen:** Welche neuen Erkenntnisse zur Biologie von Schadorganismen und zu ihren Interaktionen mit den Komponenten von Agrarökosystemen (Boden und Pflanze, Biodiversität, Antagonisten, andere Schadorganismen) erlauben die Entwicklung optimierter Anbausysteme und neuer PS-Methoden zur Sicherung der Erträge und der Qualität der Produktion bei verbesserter Ressourceneffizienz und vermindertem Einsatz von Hilfsstoffen? Durch welche Anbaumassnahmen kann das Risiko eines Befalls von Mais und Getreide durch toxische Pilze und die nachfolgende Kontamination mit Mykotoxinen reduziert werden?
- **Alternativen zu chemischen PSM:** Mit welchen auf neuen Erkenntnissen und Technologien beruhenden Verfahren und Methoden im PS kann eine hohe Qualität, Sicherheit, Rentabilität und Ertragssicherheit der Kulturen gewährleistet werden, bei gleichzeitiger Verminderung des PSM-Einsatzes?
- **Technik und Methoden zur Reduktion der Risiken des chemischen PS:** Mit welchen Techniken, Verfahren und Methoden (z.B. in den Bereichen Prognose, Applikationstechnik) können Einsatz und Risiken von PSM reduziert werden?
- **Risikoärmere Gesamtstrategien (best practise):** Wie können die verfügbaren Elemente des Integrierten PS kulturspezifisch zu den besten risikoarmen, nachhaltig wirkungsvollen Pflanzenschutzstrategien integriert werden?

- **Expertise für Zulassung von PSM:** Welche PSM erfüllen im Rahmen der Zulassung und beim Einsatz nach guter Agrarpraxis die Anforderungen bezüglich minimiertem Risiko für Mensch und Umwelt? Wie müssen die Kriterien für die Zulassung formuliert sein, um eine adäquate Beurteilung der Risiken zu ermöglichen und welche neuen Kriterien müssen einbezogen werden damit das Risiko für Mensch und Umwelt besser beurteilt werden kann?
- **Diagnose und Prävention:** Welche neu auftretenden Schadorganismen, pathogenen Erreger und deren Vektoren gefährden landwirtschaftliche Kulturen, wie können diese nachgewiesen werden und welche präventiven und regulierenden Massnahmen müssen gegen sie ergriffen werden?

Praktischer Nutzen der Aktivitäten im Forschungsfeld und wichtigste Outcomes

- **Umwelt und Gesellschaft:** Die Folgen des chemischen PS bilden heute einen wesentlichen Teil der negativen Umweltwirkungen und der Umweltrisiken, welche von der Landwirtschaft ausgehen. Der Output von F&E sowie Vollzugsunterstützung in diesem SFF reduzieren werden diese negativen Folgen wesentlich reduzieren. So wird z.B. die Belastung von Oberflächengewässern mit PSM reduziert und die ökotoxikologischen Auswirkungen auf Nichtzielorganismen wie etwa Bestäuber und Antagonisten werden reduziert. Damit wird ein wesentlicher Beitrag zur Sicherung der Ökosystemleistungen für die Landwirtschaft geleistet.
- **Landwirtschaftliche Sektoren, Landwirte:** Die Forderung von Politik und Gesellschaft nach einer Senkung der Risiken und Auswirkungen des chemischen PS kann von der Landwirtschaft aktuell nicht umgesetzt werden ohne beträchtliche Einbussen in Bezug auf Ertrag, Qualität und damit letztlich Rentabilität und Wettbewerbsfähigkeit. Es fehlen agronomische Lösungen, um den PS gemäss den Forderungen anzupassen. Das SFF liefert solche Lösungen und ermöglicht Landwirtschaft, auf die Forderungen zu reagieren und wettbewerbsfähig zu bleiben. Zudem werden Landwirte rechtzeitig auf durch neue Schadorganismen verursachte Probleme mit umweltschonenden Massnahmen reagieren können, da Agroscope ihnen diesbezüglich die notwendigen umsetzbaren Lösungen rasch verfügbar macht.
- **Ernährungswirtschaft und Konsumierende** können weiterhin auf landwirtschaftliche Produkte aus der Schweiz vertrauen, welche im internationalen Vergleich in Bezug auf die Belastung mit PSM-Rückständen zu den sichersten und qualitativ zu den Besten gehören.
- **Behörden und Verwaltung:** Die politisch-gesellschaftlichen Anforderungen an die Ausgestaltung des regulatorischen Rahmens für den PS und an den Vollzug sind komplexer geworden und die Anforderungen werden weiter zunehmen, z.B. im Rahmen des Nationalen Aktionsplanes. Behörden bei Bund und Kantonen und die kantonalen Stellen für Vollzug und landwirtschaftliche Beratung werden zur Bewältigung ihrer Aufgabe auf Lösungen und Expertisen aus diesem SFF angewiesen sein.

Was ist neu im Forschungsfeld?

- Mit dem Nationalen Aktionsplan liegt ein Konzept für die Weiterentwicklung des Pflanzenschutzes in der Schweizer Landwirtschaft und dem darauf basierenden prioritären Forschungsbedarf vor.
- In allen Kulturen fokussiert die Forschung zur Lösung von Pflanzenschutzproblemen primär auf neuartige nicht-chemische Methoden, basierend auf dem Verständnis und der Beeinflussung der physiologischen Mechanismen von Wirtspflanzen-Pathogen Interaktionen sowie den Habitatsansprüchen von Schädlingen und Krankheiten: dazu gehören z.B. die Suche nach pflanzlichen Molekülen (Bsp. Phytoalexine, Enzyme) mit Wirkung gegen Pathogene, Schädlinge und Unkräuter, der Einsatz von Antagonisten gegen Pathogene oder von Nützlingen und pilzlichen Antagonisten gegen Schädlingen.
- Molekularbiologische Methoden werden breiter genutzt, um die Effizienz und Sicherheit der Diagnostik zu verbessern, neue Ansatzpunkte für nicht-chemische Bekämpfungsmethoden zu entwickeln und um Grundlagen für die Resistenzzüchtung gegen Krankheiten und Schädlinge zu liefern (z.B. QTLs für Resistenzeigenschaften).
- Die Entwicklung von Pflanzenschutzstrategien berücksichtigt einen ganzheitlichen Ansatz unter Einbezug des Verständnisses von räumlichen und zeitlichen Ausbreitungsmustern von Schadorganismen. Dazu gehören zum Beispiel neue Fruchtfolgen gegen den Maiswurzelbohrer, die Reduktion des Pathogen-Inokulums durch geeignete Fruchtfolgen oder Bekämpfungsmassnahmen gegen die Kirschessigfliege ausserhalb der Kulturen, bzw. der Vegetationsperiode sowie die Gestaltung von Landschaftselementen, welche die Einwanderung in die Kulturen und die Bewegung zwischen benachbarten Kulturen beeinflussen.
- Die Entwicklung von Pflanzenschutzstrategien unter Einbezug von Pflanzenschutzmitteln richtet sich konsequent auf eine Minimierung von Emissionen in die Umwelt und die Reduktion von Rückständen auf den Erntegütern aus.
- Die Vermittlung von Informationen für die Praxis über die aktuelle Pflanzenschutzsituation soll für alle Sektoren des Pflanzenbaus effizient und national koordiniert erfolgen. Dazu die www.agrometeo.ch ausgebaut werden und Prognosetools wie PhytoPRE, FusaProg, SOPRA und Maryblyt (Feuerbrand) integrieren.
- Als Massnahme im Rahmen des Nationalen Aktionsplans Pflanzenschutz wird das Monitoring zum AUI-Indikator PSM-Einsatz die Erhebung der Risiken des PSM-Einsatzes ausgebaut. Ressourcenprogramme (Art. 77a und 77b LwG) werden hinsichtlich Umweltwirkungen des Pflanzenschutzes verstärkt wissenschaftlich begleitet.
- Die Forschung zu den Umweltwirkungen von PSM wird, abgestimmt auf die Massnahmen des Aktionsplanes und

in Zusammenarbeit mit anderen Akteuren (national/international) verstärkt. Insbesondere werden sublethale Effekte von PSM auf Bienen erforscht.

- Mit der Akkreditierung des Marktkontroll-Labors der Pflanzenschutzchemie (ISO 17025) wird dessen Stellung gegenüber den Kantonen und involvierten Ämtern gestärkt.

Positionierung des SFF im Dreieck «Markt für Primärprodukte», «Betrieb» und «Ressourcen für die Produktion»

Markt für Primärprodukte: Qualität ist ein Schlüsselkriterium für Produkte des Schweizer Pflanzenbaus, insbesondere für frisch vermarktete Erzeugnisse aus Spezialkulturen wie Obst und Gemüse, aber auch für unverarbeitet gehandelte Produkte aus dem Ackerbau, wie etwa Kartoffeln. Bezüglich Qualität wird es entlang der Wertschöpfungskette angesichts der Preisdifferenz zu Importprodukten auch in Zukunft keine Kompromisse geben können. Für die Landwirte ist die Erfüllung der Qualitätskriterien des Handels unabdingbar für den Marktzutritt («license to produce»). Wirkungsvolle PS-Massnahmen sind in den meisten landwirtschaftlichen Kulturen absolute Voraussetzung, um die geforderte Qualität zu produzieren.

Betrieb: Die Möglichkeit, auf einem Betrieb pflanzenbauliche Kulturen zu produzieren, hängt von der technischen Machbarkeit, von einschränkenden Auflagen und von der Rentabilität ab. Die Verfügbarkeit von PS-Lösungen ist ein Schlüsselement der technischen Machbarkeit. Auflagen, welche PSM-Anwendungen einschränken oder verunmöglichen, können mit technischen oder alternativen Massnahmen erfüllt werden, damit ein Anbau möglich wird. Die Rentabilität einer Kultur hängt von Ertrag und von der Ertragssicherheit im Verhältnis zum Arbeitsaufwand ab. Alle drei Faktoren sind hochgradig von den verfügbaren PS-Methoden und Strategien abhängig.

Ressourcen für die Produktion: Landfläche ist die wichtigste Ressource für den Pflanzenbau. Zunehmende Umweltauflagen (Bsp. Abstand zu Oberflächengewässern und Biotopen beim Einsatz von PSM) können zu einer Reduktion der nutzbaren Fläche führen. Um dies zu vermeiden und trotzdem die Auflagen zu erfüllen, kommen die in diesem SFF entwickelten alternativen Methoden und verbesserten PSM-Technologien zum Einsatz. Ökosystemdienstleistungen (z.B. Antagonisten, Bestäuber) tragen wesentlich zur Reduktion des chemischen PS bei. Das SFF leistet einen Beitrag, um diese zu sichern.

Fazit: Das SFF leistet zu allen drei Polen einen unverzichtbaren Schlüsselbeitrag.

Inhaltliche Schnittstellen zu den weiteren Forschungsfeldern

- **SFF 15** «Den Boden schützen und standortgerecht nutzen»: Viele wichtige Schadorganismen sind bodenbürtig. Massnahmen zu ihrer Eindämmung müssen im Kontext des Ökosystems Boden betrachtet werden.
- **SFF 16** «Vielfalt der Arten und Lebensräume der Agrarlandschaft fördern und nutzen» (Ziel 2): Integration von Wissen zur Entwicklung von Strategien zur Förderung von Nutzorganismen (z.B. Bestäuber, Antagonisten, Destruenten) und Einbezug in Gesamt-PS-Strategien.
- **SFF 14** «Nachhaltigkeit und Ökoeffizienz der Landwirtschaft bewerten und Verbesserungsmöglichkeiten aufzeigen»: Die AU Indikatoren PS-Risiko für Oberflächengewässer und PSM-Verbrauch dienen als Indikatoren für das PSM-Umweltrisiko. Die Beurteilung der Nachhaltigkeit von Betriebsstrategien umfasst Hilfsstoffe und damit auch den PSM-Einsatz.
- **SFF 2** «Ressourceneffiziente Anbaumethoden und -systeme für den Ackerbau und die Spezialkulturen entwickeln»: Resiliente Anbausysteme berücksichtigen Fruchtfolgen, angemessene Düngung und weitere Elemente, welche als präventive und damit nachhaltigen PS-Massnahmen eine hohe Wirksamkeit haben.
- **SFF 3** «Leistungs- und marktfähige Pflanzensorten züchten und anbieten»: Resistente, wenig anfällige und robuste Sorten sind ein zentrales Element des integrierten PS. SFF 5 identifiziert Resistenzmechanismen inkl. der genetischen Grundlage (Resistenzgene für die Züchtung).
- **SFF 6** «Tiergerechte Haltung und Tiergesundheit stützen und fördern»: Einfluss von PS auf die Gesundheit der Bienen (Nahrungsangebot, PSM-Einsatz).
- **SFF 8** «Die mikrobielle Biodiversität für die Land- und Ernährungswirtschaft nutzbar machen»: Entwickelt Grundlagen und beschreibt Prozesse für Mikrobiome, welche im Rahmen neuer PS-Strategien genutzt werden sollten (z.B. als «Schutzkulturen» für Nutzpflanzen, Erntegüter oder den Boden)
- **SFF 9** «Für sichere Lebensmittel mikrobielle Risiken und Antibiotikaresistenz senken»: Verringerung des Risikos von Mykotoxinbelastungen bei verschiedenen Kulturen als Resultat der PS-Strategien in präventiven Anbausystemen
- **SFF 11** «Produktionssysteme durch Smart Farming optimieren»: Potenzial von «smart farming» systemen und ICT zur Optimierung des PS (Bsp. decision support systems).

Bestehende und neu geplante Zusammenarbeiten mit anderen Forschungsinstitutionen

- EFSA (European Food Safety Authority): konzeptionelle Mitarbeit Weiterentwicklung Zulassungskriterien (div. Forschungsgruppen inkl. Zentrum für Bienenforschung)
- ERA-NET »C-IPM, Coordinated Integrated pest management in Europe“: Prognose von Drahtwurm-Aktivitäten (ab 2016); Koordination Austrian Agency for Health and Food Safety, Wien (A)
- ERA-NET C-IPM project »Crazy Roots« concerning the control of *Agrobacterium rhizogenes* in vegetables such as tomatoes produced on substrate (research institutes from Belgium, France, Switzerland).
- ERA-NET C-IPM project »Uniforce« concerning the unification of IPM forces to control mites in berries, soft fruits
- Horizon 2020-Projekt MycoKey (Integrated and innovative key actions for mycotoxin management in the food and feed chain): Prävention und nachhaltige Kontrolle von Befall durch toxische Pilze (2016–2019). Koordination Institute of Sciences of Food Production – National Research Council, Bari (IT)
- Horizon2020-Projekt EUFRUIT, Work Package »Low Residue Fruits“: Thematic Network mit 21 Partnern aus ganz Europa. Koordination Aarhus University (DK) 2016–2018.
- Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee (D): Ressourcenschonender Obstbau
- JKI (D) zu den Themen Pflanzenschutz Gemüsebau, Feuerbrand, Umweltwirkungen PSM
- Universität Bonn: Diagnostik und Bekämpfung Nematoden in Spezial- und Ackerbaukulturen
- FiBL, biofarm: »Forschungs- und Beratungsprojekt Bioraps«: Biologische Bekämpfung von Rapsglanzkäfern (Finanzierung durch MIGROS Genossenschaftsbund; seit 2013)
- HAFL: Projekt »Innovative Strategien zur Bekämpfung des Drahtwurms im Kartoffelanbau«(Finanzierung durch VSKP, swisspatat, BLW; seit 2015). Regulierung von Nematoden in Zuckerrüben
- ZHAW in Wädenswil: Projekt »Mechanisms of phage resistance in *Erwinia amylovora*«



Projekte des SFF 5: Nachhaltigen, risikoarmen Pflanzenschutz entwickeln

Projets du CSR 5: Développement d'une protection phytosanitaire durable et à faible risques

- 18.05.12.03.01 Chemische Aspekte von Pflanzenschutzmitteln: Produktchemie, Umweltverhalten und Rückstände auf Lebensmitteln
- 18.05.12.04.01 Prüfung der Umweltrisiken von Pflanzenschutzmitteln
- 18.05.12.04.02 Prüfung der Wirkung und Analyse der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (PSM)
- 18.05.12.05.01 Agroscope Pflanzenschutzdienst & Vollzugsdiagnostik
- 18.05.12.07.02 Gemüse Beeren andere Kulturen Schädlinge
- 18.05.12.07.03 Nachhaltige Bekämpfung von Virose, Phytoplasmen und Bakterien im Anbau von Gemüse, Beeren und anderen Spezialkulturen
- 18.05.13.11.01 Methoden für die agronomische molekulare Diagnostik und Epidemiologie
- 18.05.16.01.01 Entwicklung neuer Strategien gegen Pilzkrankheiten im Obstbau
- 18.05.16.01.02 Direkte und zukunftsorientierte Massnahmen gegen Bakterien, Phytoplasmen und Viren im Obstbau
- 18.05.16.01.03 Nachhaltige Regulierung von Schadarthropoden im Obstbau
- 18.05.16.01.04 Integrierte Bekämpfung der Kirschessigfliege
- 18.05.16.03.01 Maladies fongiques en culture maraîchère, de petits fruits et de plante aromatiques et médicinales
- 18.05.16.04.02 Modèles de prévision, outils d'aide à la décision et plateformes d'informations pour une lutte phytosanitaire durable
- 18.05.16.04.03 Gestion raisonnée de la lutte phytosanitaire en viticulture: réduction des risques et utilisation durable des fongicides
- 18.05.16.05.01 Nachhaltige Regulierung von Schädlingen im Ackerbau und Grasland
- 18.05.16.05.02 Nachhaltige Regulierung von Schadarthropoden im Rebbau
- 18.05.16.06.01 Protection durable contre les virus, bactéries et phytoplasmes en grandes cultures
- 18.05.16.06.02 Protection durable en viticulture contre les virus, bactéries et phytoplasmes
- 18.05.16.07.01 Vermeidung und biokompatible Bekämpfung von Pilzkrankheiten im Ackerbau



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.05.12.03.01

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Pflanzenschutzchemie

Nr. Bereich.

12 KB Pflanzen und pflanzliche Produkte

Nr. Gruppe

12.3 Pflanzenschutzchemie

Projektleitung/Stellvertretung

Marianne Balmer / Thomas Poiger

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	4548
Beitrag zu SFF	5
Beitrag zu weitem SFF	-

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	13.108
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☐ ja ☒ nein

Titel Originalsprache

Chemische Aspekte von Pflanzenschutzmitteln: Produktchemie, Umweltverhalten und Rückstände auf Lebensmitteln

Chemische Aspekte von Pflanzenschutzmitteln

Chemical aspects of plant protection products: product chemistry, environmental fate and behavior, residues on food

plant protection products, product chemistry, environmental fate and behavior, residues on food, risk assessment, market control

Ausgangslage und Problemstellung

Zulassungsverfahren in der Schweiz und Rolle der PCH

Für die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln (PSM) in der Schweiz ist die Zulassungsstelle des Bundesamtes für Landwirtschaft (BLW) zuständig. Sie arbeitet dabei mit Experten verschiedener Beurteilungsstellen und Bundesämtern zusammen, welche die möglichen Auswirkungen der PSM auf Kulturen, Mensch und Umwelt vor der Zulassung prüfen. Agroscope leistet in diesem dezentralen Expertensystem die Expertise in wichtigen Bereichen, wobei die Gruppe Pflanzenschutzchemie (PCH) die Entscheidungsgrundlagen in folgenden Gebieten liefert:

- Produktchemie (wertbestimmende Eigenschaften von Wirkstoffen und Zubereitungen)
- Umweltverhalten (Verbleib und Verhalten von Wirkstoffen in der Umwelt)
- Rückstände (Metabolismus von Wirkstoffen und Bildung von Rückständen auf Erntegütern)

Dabei ist die Zusammenarbeit der verschiedenen Beurteilungsstellen innerhalb von Agroscope (insbesondere Experten Wirksamkeit und Ökotoxikologie) sowie mit den verschiedenen involvierten Ämtern von besonderer Bedeutung. Diese erfolgt einerseits in etablierten, regelmässigen Sitzungen von Gremien des Zulassungssystems in welchen die Experten der PCH aktiv teilnehmen (z.B. Frühjahres- und Herbstbesprechungen, Expertengruppe für Pestizidrückstände in und auf Lebensmitteln, Fachexpertengruppe PSM FEG) und andererseits durch Mitarbeit in ämterübergreifenden Arbeitsgruppen zu spezifischen PSM-Themen (z.B. Expertengruppe für Pestizidrückstände in/auf Lebensmitteln, Arbeitsgruppen für Vegetationskontrolle auf Bahnanlagen, für Parametermeter-Auswahl NAQUA, für nicht relevante Metaboliten im Grundwasser oder für Abschwemmung).

Zulassung im internationalen Umfeld

Die schweizerische Pflanzenschutzmittelverordnung (PSMV) verweist in wesentlichen Teilen auf die Europäische Gesetzgebung, dies gilt insbesondere für die Datenanforderung an die Zulassungsunterlagen und die einheitlichen Kriterien zur Bewertung. Deshalb werden in der Schweiz bei der Evaluation und Risikobeurteilung von PSM weitgehend die relevanten Europäischen Richtlinien angewendet. Die Experten der PCH halten ihre Fachkenntnisse bezüglich der Beurteilungsgrundlagen durch Mitarbeit in internationalen Gremien auf aktuellem Stand, gleichzeitig bringen sie dort ihre Expertise ein. Beispiele solcher Aktivitäten sind die Leitung von Expertenmeetings im Rahmen der Europäischen Peer Review von PSM an der EFSA (European Food Safety Authority) im Bereich Umweltverhalten (PRAS Expert Meeting Environmental Fate) und die Mitarbeit in Expertengruppen der EFSA und der SETAC (kinetische Sorption, Risikomanagement). Ein PCH-Mitarbeiter vertritt die Schweiz in der CIPAC (Collaborative International Pesticides Analytical Council), der international wichtigsten Organisation im Bereich Produktchemie.

Entwicklung von Grundlagen für die Zulassung

In eigenen Arbeiten und fremdfinanzierten Projekten werden aktuelle Fragestellungen zu Grundlagen der PSM-Beurteilung bearbeitet. Dazu gehören im Bereich Umweltverhalten u.a. die aktuellen Arbeiten der PCH zum Verhalten von chiralen PSM-Wirkstoffen in der Umwelt, zu kinetischer Sorption, zum Austrag von Neonicotinoiden durch Drainagen oder zum Einsatz von Herbiziden im Gleisbereich (fremdfinanziert), im Bereich Produktchemie eine Untersuchung zu möglichen Rückständen von PSM-Beistoffen auf Lebensmitteln (fremdfinanziert). Diese Arbeiten liefern einen Beitrag zur Beantwortung von Fragen, welche die mit der Beurteilung von PSM betrauten Behörden in Europa und der Schweiz gegenwärtig beschäftigen. Zusammenarbeiten mit anderen Forschungsgruppen von Agroscope, der Eawag, Kantonen oder Bundesämtern sind dabei selbstverständlich. Weiter unterstützt das Projekt die Entwicklung und Optimierung von Prozessen und Abläufen im Zulassungsverfahren.

Marktkontrolle

Das Marktkontroll-Labor der PCH ist das einzige behördliche Labor der Schweiz mit einer Expertise für die Prüfung von Pflanzenschutzmittel-Produkten. Dieses ist in die amtliche Kontrolle und die Überwachung von PSM auf dem Schweizer Markt eingebunden und arbeitet dabei eng mit den Kantonalen Laboratorien (Chemikalien-Fachstellen), der Zulassungsstelle des BLW und der Plattform Marktkontrolle des BAG zusammen. Durch internationale Vernetzung, darunter die Mitarbeit in DAPF und DAPA, den deutschsprachigen Arbeitskreisen für Pflanzenschutzmittel-Formulierungen und -Analytik, wird die Expertise für Zulassung und Marktkontroll-Tätigkeiten auf aktuellem Stand gehalten und gewährleistet, dass der Bund über die nötige Fachkompetenz für seine Vollzugsaufgabe verfügt. Mit der Akkreditierung nach ISO 17025 im August 2016 wurde die Stellung des Marktkontroll-Labors zusätzlich gestärkt. Im Marktkontrolllabor bilden wir zudem Lernende (Laboranten EFZ Fachrichtung Chemie) aus.

Das Ineinandergreifen von Entwicklung, Marktkontrolle und Zulassung generiert wichtige Synergien. Sowohl die Zusammenarbeit innerhalb von Agroscope, die Mitarbeit in nationalen und internationalen Gremien wie auch die Entwicklungsarbeiten und fremdfinanzierten Forschungsprojekte sind für den Kompetenzerhalt und die Weiterentwicklung der Beurteilungsgrundlagen für die PSM-Zulassung unerlässlich.

Ziele und Forschungsfragen

- Die Expertise der PCH liefert in den Bereichen Produktchemie, Umweltverhalten und Rückstände die Grundlage für eine PSM-Zulassung, welche die für Produzenten, Umwelt und Konsumenten sichere Anwendung von PSM-Produkten ermöglicht, wobei nationale Gesetze und die anerkannten Richtlinien eingehalten werden.
- Durch ihre Mitarbeit in nationalen Arbeitsgruppen trägt die PCH u.a. zur Umsetzung von risikomindernden Massnahmen und Massnahmen im Rahmen des Nationalen Aktionsplans PSM bei. Durch die Mitarbeit in internationalen Gremien trägt sie zum Erhalt der Kompetenz im Expertensystem bei und bringt gleichzeitig die Expertise von Agroscope auf internationaler Ebene ein.
- Eigene und fremdfinanzierte Arbeiten gewährleisten den Kompetenzerhalt für das Expertensystem und tragen zur Lösung von grundlegenden und methodischen Fragen aus dem Zulassungsverfahren bei.
- Die Marktkontrolle in Absprache mit BLW und Kantonen trägt wesentlich dazu bei, dass PSM auf dem Schweizer Markt die bei der Zulassung festgelegten Qualitätsstandards erfüllen und damit für Produzenten, Umwelt und Konsumenten sicher sind.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 5 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Die Expertise für die Zulassung von PSM ist ein Auftrag von Agroscope, welcher im SFF 5 abgebildet wird. Zu dessen Erfüllung trägt die PCH mit ihrer Fachkenntnis, Vernetzung und Gutachtertätigkeit zu chemischen Aspekten von PSM - und damit den drei zentralen Bereichen Produktchemie, Umweltverhalten und Rückstände auf Lebensmitteln - wesentlich bei.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. ---

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Keiner im engeren Sinn.

Indirekter Nutzen: mit der Evaluation von im Biolandbau erlaubten PSM-Wirkstoffen und –Produkten sowie Grundstoffen im Rahmen des Zulassungsverfahrens werden die Voraussetzungen für deren sichere Anwendung geschaffen.

Material und Methoden (grob skizziert)

Expertise für die PSM-Zulassung

Die Beurteilung von Pflanzenschutzmitteln im Rahmen der Zulassung erfolgt anhand der von Gesuchstellern eingereichten Unterlagen. Bei der Evaluation werden national und international anerkannte Kriterien, Richtlinien und Modelle angewendet werden. Einige wichtige Grundlagen werden im Folgenden aufgeführt (Auswahl):

- Datenforderungen (alle Bereiche): Verordnung über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln PSMV (SR 916.161) und die Verordnungen (EU) Nr. 283/2013 und 284/2013.
- Produktchemie: Richtlinien der EU zur Beurteilung von Formulierungen und Wirkstoffen verfügbar unter https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/approval_active_substances/guidance_documents_en; Manual on development and use of FAO and WHO specifications for pesticides.
- Umweltverhalten: Richtlinien der EU zur Beurteilung des Verhaltens von PSM im Boden und Relevanz von Metaboliten, verfügbar unter http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/approval_active_substances/guidance_documents_en; kinetische Auswertungen und Modellrechnungen zum erwarteten Auftreten von Wirkstoffen und Metaboliten in verschiedenen Umweltkompartimenten gemäss FOCUS, verfügbar unter <http://esdac.jrc.ec.europa.eu/projects/focus-dg-sante>
- Rückstände auf Lebensmitteln: Verordnung des EDI über die Höchstgehalte für Pestizidrückstände in oder auf Erzeugnissen pflanzlicher und tierischer Herkunft VPRH (SR 847.021.23) und darin aufgeführte Verordnungen und zugehörige Richtlinien der EU, verfügbar unter http://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/max_residue_levels/guidelines_en; OECD MRL calculator zur Ableitung von Höchstgehalten.

Entwicklung von Grundlagen für die PSM-Zulassung

Je nach Fragestellung kommen unterschiedliche Verfahren und Methoden zum Einsatz. Dazu gehören (nicht abschliessend):

- Probenahmekonzepte und Probenahmen von Umweltproben, Monitoring (vorwiegend Oberflächengewässer, Grundwasser, Abwasser)
- Laborversuche zum Verhalten von Pflanzenschutzmitteln im Boden (z.B. Inkubationsexperimente, Batch-Sorptionsexperimente, Photolyseexperimente)
- Methoden zur Probenaufarbeitung (Extraktionen, Anreicherung, Aufreinigung, Derivatisierung)
- (Spuren)-analytische Verfahren, vorwiegend chromatographische Verfahren gekoppelt mit Massenspektrometrie (LC-MS/MS, GC-MS/MS)
- Modellierungen des Verhaltens von Stoffen in Umweltkompartimenten und kinetische Auswertungen (z.B. mit Modellen wie Aquasim, KinGui, Hydrus, PEARL)

Die Methoden werden für jede Fragestellung spezifisch von Grund auf entwickelt oder basierend auf anerkannten Methoden und Modellen adaptiert, validiert und in referierten internationalen Zeitschriften publiziert (Beispiele siehe unten bei „Literatur“).

Marktkontrolle von PSM-Produkten

Marktkontrollen werden in Zusammenarbeit mit dem BLW und den kantonalen Vollzugsbehörden durchgeführt, koordiniert durch die Koordinationsplattform unter Leitung des BAG. Die Probennahme obliegt den kantonalen Stellen, bei Agroscope werden die Laboruntersuchungen durchgeführt. Diese umfassen im Wesentlichen die Bestimmung der wichtigen chemisch-physikalischen und Eigenschaften, des Wirkstoffgehaltes und allfälliger relevanter Verunreinigungen. Dabei kommen folgende Verfahren zum Einsatz:

- chromatographische Verfahren (HPLC-UV/VIS, GC-FID)
- elektrochemische Verfahren (Potentiometrie)
- massanalytische Verfahren (Titrimetrie, Massanalyse)
- physikalische Verfahren (Gravimetrie, Volumetrie und spezifische CIPAC-Methoden zur Bestimmung physikalischer Eigenschaften)

Die Methoden werden in der Regel basierend auf validierten CIPAC-Methoden entwickelt. Das Marktkontrolllabor ist nach ISO 17025 2005 akkreditiert, eine detaillierte Auflistung des Geltungsbereichs und der Methoden kann dem STS-Verzeichnis (Nr. 0628) entnommen werden. Alle Methoden und Standards sind im QMS Agroscope abgelegt.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Gulkowska A. et al. Time-dependent sorption of two novel fungicides in soils within a regulatory framework. Pest Management Science 2016: p. 2218. DOI 10.1002/ps.4256
- Wettstein F.E. et al. Leaching of the Neonicotinoids Thiamethoxam and Imidacloprid from Sugar Beet Seed Dressings to Subsurface Tile Drains. Journal of Agricultural and Food Chemistry 2016: DOI: 10.1021/acs.jafc.6b02619
- Poiger T. et al. Occurrence of the herbicide glyphosate and its metabolite AMPA in surface waters in Switzerland determined with on-line solid phase extraction LC-MS/MS. Environmental Science and Pollution Research 2016: DOI 10.1007/s11356-016-7835-2.
- Bürge I.J. et al. Stereoselective Metabolism of the Sterol Biosynthesis Inhibitor Fungicides Fenpropidin, Fenpropimorph, and Spiroxamine in Grapes, Sugar Beets, and Wheat. Journal of Agricultural and Food Chemistry 2016: Vol. 64 p 5301. DOI: 10.1021/acs.jafc.6b00919
- Bach M. et al. Pesticide exposure assessment for surface waters in the EU. Part 2: Determination of statistically based run-off and drainage scenarios for Germany. Pest Management Science 2017: p 825. DOI 10.1002/ps.4519
- Huntscha S. et al. Seasonal dynamics of glyphosate and AMPA in Lake Greifensee: rapid microbial degradation in the epilimnion during summer. *in preparation*.
- Fulda B. et al. Pflanzenschutzmittel in Fließgewässern – Vergleich zwischen Expositionsmodell und Monitoringdaten. Aqua&Gas 2015: No. 9, p. 91.
- Aldrich A. et al. Zulassung und Monitoring von PSM – Effiziente Gewässerschutzmassnahmen mittels Modellrechnungen unterstützt durch Monitoring. Aqua&Gas 2016: No.4, p. 44.
- EFSA PPR Panel (EFSA Panel on Plant Protection Products and their Residues). Statement on the FERA guidance proposal: 'Guidance on how aged sorption studies for pesticides should be conducted, analysed and used in regulatory assessments' (FERA, 2012). EFSA Journal 2015: 13(7):4175. DOI: 10.2903/j.efsa.2015.4175.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet

(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Das Projekt „chemische Aspekte von Pflanzenschutzmitteln“ liefert in den Bereichen Produktchemie, Umweltverhalten und Rückstände auf Lebensmitteln die Grundlage für die Zulassung von Pflanzenschutzmitteln. Damit tragen wir wesentlich dazu bei, dass PSM so eingesetzt werden, dass es für Produzenten, Umwelt und Konsumenten sicher ist.

Das Projekt „chemische Aspekte von Pflanzenschutzmitteln“ liefert in den zentralen Bereichen Produktchemie, Umweltverhalten und Rückstände auf Lebensmitteln die Grundlage für eine PSM-Zulassung, welche es ermöglicht, dass PSM-Produkte so eingesetzt werden, dass es für Produzenten, Umwelt und Konsumenten sicher ist. Die Beurteilung folgt dabei anerkannten Richtlinien. Dafür arbeitet die Forschungsgruppe Pflanzenschutzchemie in nationalen und internationalen Gremien mit. Eigene und fremdfinanzierte Arbeiten helfen, Antworten auf grundlegende und methodische Fragen aus dem Zulassungsverfahren zu finden. Schliesslich tragen die Marktkontrollen in Zusammenarbeit mit den Kantonen dazu bei, dass PSM-Produkte in der Schweiz die Qualitätsstandards erfüllen und sicher angewendet werden können.

Genehmigung des Projektes

Datum: 07.08.2017	Visum FGL: bama
Datum: 14.09.2017	Visum FBL / KBL: kewi
Datum: 30.10.2017	Visum V SFF: Gaaa



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.05.12.04.01

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Umweltrisiken_PSM

Nr. Bereich.

12 Pflanzen und pflanzliche Produkte

Nr. Gruppe

12.4	Ökotoxikologie
13.10	Molekulare Ökologie
16.1	Phytopathologie Obst- und Gemüsebau
16.7	Ökologie von Schad- und Nutzorganismen
17.5	Bienen
19.8	Biosicherheit

Projektleitung/Stellvertretung

Otto Daniel / Mikko Lehto

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	4004
Beitrag zu SFF	5
Beitrag zu weitem SFF	2, 6, 14, 16

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	4.16, 5.6, 5.42, 6.10, 7.34; 7.35; 12.35, 12.41, 12.42, 12.45, 13.35, 18.113, 18.119, 23.35, 23.42, 28.1, 28.8, 28.33
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☐ ja ☒ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Prüfung der Umweltrisiken von Pflanzenschutzmitteln

Umweltrisiken von Pflanzenschutzmitteln

Assessment of environmental risks of plant protection products for the registration authority

ecotoxicology, aquatic, terrestrial, biosafety, non target organisms, aquatic organisms, non-target terrestrial plants, soil, bee, arthropod, bird, mammal, soil organisms, biological control, parasitoids, entomopathogenic fungi, yeast

Ausgangslage und Problemstellung

Auftrag zum Schützen:

Pflanzenschutzmittel (PSM) sind biologisch aktive Produkte und können Nebenwirkungen auf die Umwelt haben. Die Pflanzenschutzmittelverordnung (PSMV, SR 916.161) fordert, dass ein hohes Schutzniveau für die Umwelt gewährleistet ist und keine unannehmbaren Auswirkungen auf die Umwelt auftreten bezüglich Nichtzielarten, biologischer Vielfalt und Funktionen der Ökosysteme. Deshalb müssen die Risiken von PSM geprüft werden.

Die Prüfung der ökotoxikologischen Risiken basiert auf Studien der Gesuchsteller und Modellierungen des Umweltverhaltens gemäss PSMV. Die Methodik ist standardisiert, ökonomisch machbar, erlaubt Entscheide in sinnvoller Zeit und ist vom Konzept her protektiv. Die Prüfung bezieht sich auf die angebaute Kultur und den Zeitpunkt der PSM-Anwendung in einer einzelnen Parzelle und ihre angrenzende Umwelt und in der Prüfung soll das Vorsorge-Prinzip berücksichtigt werden. Der nationale Aktionsplan PSM fordert einen besseren Schutz der Umwelt.

Auftrag, das Nutzen zu ermöglichen:

Neben dem Schutz der Umwelt soll der Bund auch eine nachhaltige und auf den Markt ausgerichtete landwirtschaftliche Produktion ermöglichen, indem er günstige Rahmenbedingungen für Produktion und Absatz landwirtschaftlicher Erzeugnisse schafft (Landwirtschaftsgesetz, SR 910.1). Der Pflanzenschutz spielt eine wichtige Rolle, weil durch

Schadorganismen, Krankheiten und Unkräuter Ertrag und Qualität der landwirtschaftlichen Produktion gefährdet werden. Neben anderen Strategien erlaubt die Anwendung von PSM die Erträge und die Qualität zu sichern. Im Rahmen der Re-Evaluation (EU) und der gezielten Überprüfung (CH) sind schon viele PSM-Wirkstoffe vom Markt verschwunden. Zum Teil besteht nun das Problem, dass Lücken der Bekämpfung mit PSM ("Lückenindikationen") bestehen.

Prüfung der Umweltrisiken im Zulassungsverfahren PSM:

Die Prüfung basiert auf Guidance Dokumenten, Datenanforderungen und berücksichtigt Anbau und korrekte PSM-Anwendung in den jeweiligen Kulturen. Verfügbare Daten, Parameter und Modelle ändern im Lauf der Zeit mit der Tendenz komplexer und strenger zu werden. Die Experten verwenden das zum Zeitpunkt der Prüfung geeignete Vorgehen. Zu berücksichtigen sind sowohl die Vorgaben der Zulassungsstelle (z.B: optimaler Prozessablauf, juristische Erwägungen) als auch die wissenschaftliche Korrektheit. Eine zu „lockere“ Beurteilung der Umweltrisiken kann zu unannehmbaren Nebenwirkungen für die Umwelt führen, eine zu strenge kann die Produktion behindern. Es gilt das Vorgehen mit "Augenmass" zu gestalten.

Methodenkompetenz:

Die Komplexität und Diversität realer Ökosysteme kann nicht vollumfänglich in der Prüfung berücksichtigt werden. Neue wissenschaftliche Erkenntnisse, ändernde Anforderungen an die Prüfung und Resultate aus Monitorings erfordern eine ständige Überprüfung und Anpassung der Methoden. Beispiele sind:

- diverse Guidance Dokumente der EU (Aquatic, Boden, Vögel und Säuger, Arthropoden, Amphibien und Reptilien ...) sind zur Zeit in Überarbeitung und der nationale Aktionsplan Pflanzenschutzmittel fordert eine Verbesserung der Methoden. Gewässer werden über verschiedene Eintragspfade aus verschiedenen Parzellen belastet; mobile Lebewesen wie Vögel, Säuger und Arthropoden ernähren sich in verschiedenen Habitaten und Parzellen; viele Faktoren der Landnutzung sowie Möglichkeiten der Erholung (Resilienz) beeinflussen Lebewesen der Agrar-Ökosysteme und die Akzeptanz der Effekte der PSM in diesem Kontext ist in der Schweiz nicht klar definiert.
- Neue Expositionswege und Bienenvergiftungen erfordern, dass die Methoden der Risikobeurteilung bei den Bestäubern verbessert werden müssen; der nationale Aktionsplan für die Bienengesundheit von 2014 erwähnt die Berücksichtigung chronischer/subletaler Effekte und die Entwicklung neuer Testmethoden für Wildbienen und Honigbienen.
- Mikro- und Makroorganismen sind vermehrungs- und ausbreitungsfähig. Zur Zeit wird eine Vereinheitlichung der Beurteilungskriterien innerhalb Europas angestrebt. Bei Firmen, die Mikro- und Makroorganismen auf den Markt bringen, handelt es sich häufig um innovative, kleinere Unternehmen mit begrenzten Ressourcen und eine zu strenge Regulierung könnte die Entwicklung vielversprechender, neuer Mikro- und Makroorganismen als PSM, vor allem für kleinere Märkte, verunmöglichen.

Für die Kompetenzerhaltung und -entwicklung spielt die Vernetzung und Einbettung der Experten in landwirtschaftliche und ökologische Fragestellungen eine entscheidende Rolle. Es ist eine konstante Auseinandersetzung mit neuen Methoden und ihrer Wirkung und Folgen nötig (Methodenkritik). Die Kompetenzerhaltung soll durch eine Zusammenarbeit mit anderen europäischen Beurteilungsstellen, der EFSA, der EPPO sowie durch eigene und international koordinierte Forschungstätigkeit erhalten und weiterentwickelt werden.

Ziele und Forschungsfragen

TEILPROJEKTE

A: Ökotoxikologie aquatische und terrestrische Systeme (TP Leitung: Annette Aldrich)

B: Bienen (TP Leitung Lukas Jeker)

C: Mikro- und Makroorganismen (TP Leitung Jana Collatz)

OBERZIELE

GUTACHTEN zuhanden der Zulassungsstelle zu den Risiken der PSM und der Akzeptanz dieser Risiken.

METHODENKOMPETENZ: Erhaltung, Aufbau und Evaluation der Methoden.

OPERATIVE ZIELE

A) Gutachten:

- Courant normal: Die Risiken der PSM der eingehenden Gesuche werden beurteilt.
- Gezielte Überprüfung: Die Risiken der schon bewilligten PSM-Produkte werden gezielt auf der Basis der vorhandenen WS-Daten beurteilt.
- Termingerechte Zustellung und gute Qualität der Gutachten.
- Der Zulassungsprozess von PSM wird laufend unterstützt durch Stellungnahmen, Mitarbeit an meetings der EFSA und in der Fachexpertengruppe PSM und anderen nationalen und internationalen Gremien.

B) Methodenkompetenz:

- Bisherige und kommende regulatorische Konzepte, "guidance documents" und "opinions" der EFSA, Vorgehen in der zonalen Zulassung sowie wissenschaftliche und schweizspezifische Hintergründe (Umwelt, Landwirtschaft) sind bekannt;

- Regulatorische Konzepte werden im Kontext von realen Effekten in der Umwelt der Schweiz bewertet (Faktoren von Abweichungen, Anteil der PSM in Relation zu anderen "Stressfaktoren", Habitatmanagement) Welche Schutzziele gelten und wie wird die natürliche Resilienz / Erholungsfähigkeit von Populationen berücksichtigt? Welche Faktoren sollen in der Zulassung und welche an anderen Orten berücksichtigt werden?
- Ausgewählte Forschungsfragen zur Verbesserung der Methodenkompetenz und dem Schliessen methodischer Lücken werden bearbeitet.

Forschungsfragen

a) Ökotoxikologie:

- Risiken für Amphibien: kleine / temporäre Gewässer und Wanderungen
- Risiken im Boden: Risikoabschätzung für wenig, mittel und stark landwirtschaftlich genutzte Böden
- Risiken für Arthropoden: in-crop, Feldrand, Biotop; bei Nützlingen Interaktionen Feld / Feldrand
- Weiterentwicklung der Datenbank Pieris

b) Bienen:

- Essais inter-laboratoires pour la validation des méthodes pour tester la toxicité pour les abeilles mellifères et sauvages (OCDE);
- Transkriptom-basierte Suche nach Markern für die Toxizität von PSM bei Bienen

c) Mikro- und Makroorganismen :

- Biologische und genetische Charakterisierung von Organismen, Ausbreitungs- und Etablierungspotential; Bedeutung für die Diversität in der Schweiz
- Interaktion mit natürlich vorkommenden Mikro- und Makroorganismen (z. B. alternative Beute für Prädatoren)
- Faktoren für einen Wirtswechsel (z.B: bei parasitischen Schlupfwespen)
- Methodik zur Beurteilung von gene-drives zur Reduktion von Schädlingen

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 5 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Die Bearbeitung der Forschungsfrage "Expertise für die Zulassung" (Gutachten, Kompetenz) ist ein Schlüssel für den Pflanzenschutz und seine Weiterentwicklung. Die Expertise erstreckt sich über die Bereiche Gewässer, Boden, Nichtziel-Arthropoden, Vögel und Säuger, Bienen und andere Bestäuber, Mikro- und Makroorganismen.

Bei der Forschungsfrage "Risikoärmere Gesamtstrategien" (Pflanzenschutz) bildet die erarbeitete Expertise die Basis für die Beurteilung der Frage, ob eine Strategie risikoärmer als eine andere ist. Hierzu gehören nicht nur die direkten Risiken für die Umwelt, sondern es ist auch eingeschlossen, dass durch geeignete PSM Nützlinge geschützt und weniger PSM eingesetzt werden können, eine gute Bestäubung durch verschiedene Bestäuber Voraussetzung für die Produktion ist und Mikro- und Makroorganismen chemische PSM evtl. ersetzen können.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 16: Schutz der Artenvielfalt in landwirtschaftlich genutzten Flächen durch risikoarme PSM. Die Beurteilung der Nützlingsgefährdung von PSM hilft die nützlichen Arthropoden in den landwirtschaftlichen Kulturen zu fördern. Die Informationen sind nützlich für die Förderung von Nutzorganismen und Ökosystemdienstleistungen und der Verbesserung des ökologischen Ausgleichs.

zu SFF Nr. 6: Amélioration de la santé des pollinisateurs. L'exposition à des doses sublétales de pesticides peut impacter la reproduction des individus sexués et influencer négativement la susceptibilité à des agents pathogènes.

zu SFF Nr. 14: Das Projekt liefert die Basis für AUI-Berechnung und Interpretation des Indikators "aquatische Risiken von PSM". Es ermöglicht die Entwicklung / Bewertung von zusätzliche ökotoxikologischen Indikatoren und die fachliche Vernetzung auf Ebene EU und OECD.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Prüfung der Risiken von PSM für die Umwelt ist eine Voraussetzung für eine Zulassung im Biolandbau. Auch wenn der Einsatz von Mikro- und Makroorganismen längst nicht mehr auf den Biolandbau beschränkt ist, werden sie im Biolandbau besonders häufig für den Pflanzenschutz eingesetzt.

Material und Methoden (grob skizziert)

Die Erstellung der Gutachten umfasst i.d.R. die folgenden Aspekte:

- Check of Completeness (COC) der Dossiers, Administration, Kontextanalyse
- Validieren der vorhandenen Information (Studien, Anwendung, Umweltverhalten)
- Risikoanalyse
- Gutachten und Empfehlung von risikoreduzierenden Massnahmen

Folgende Sitzungen / Experten-Treffen sind relevant:

- Frühjahrs- und Herbstbesprechungen
- Fachexpertengruppe (FEG) PSM
- Peer review of Active Substances (PRAS) Meetings der EFSA
- Internationalen Experten-Treffen zu spezifischen Themen (Amphibien, zonale Zulassung, Bestäuber, ...)
- OECD Expertengruppen Treffen

Kompetenzerhaltung Regulatorik:

- Studium, Vernetzung und Teilnahme an workshops zu Guidance Dokumenten, "scientific opinions" der EFSA, zonale Regelungen der EU

Kompetenzerhaltung ausgewählte Forschungsfragen:*Ökotoxikologie:*

- Aquatische Risiken, insbesondere von Amphibien in kleinen Gewässern und bei Wanderungen
- Risiken für Bodenfruchtbarkeit, insbesondere im Kontext der landwirtschaftlichen Nutzung der Böden
- Risiken für Arthropoden, insbesondere im Kontext der Interaktionen in-crop/off-crop/Biotop und Nützlingen

Bienen:

- Methoden-Entwicklung und Validierung mit Wildbiene und Honigbienen gemäss neuen Datenanforderung
- Next-Generation Sequencing basierende Transkriptions-Analyse, Exposition mit ausgewähltem Neonicotinoid

Mikro- und Makroorganismen:

- Erfassung potentiell gefährdeter Arthropodengemeinschaften durch freigesetzte Makroorganismen im Feld
- Bestimmung der Überwinterungsfähigkeit von Nützlingen
- Labor- und Semi-Feldversuche zur Nutzung alternativer Nahrungsquellen durch polyphage Makroorganismen
- Genetische Charakterisierung antagonistischer Hefen mittels Genom-Sequenzierung und –Analyse (z. B. *M. pulcherrima*, *C. subhashii*)
- Physiologische Charakterisierung von möglichen Biocontrol-Hefen (*M. pulcherrima*, *C. subhashii*, *C. sargentensis*, *A. pullulans*, *P. kluyveri*, *Hanseniaspora* sp) in Labor-Versuchen
- Verhalten von ausgewählten Biocontrol-Hefen (vor allem *M. pulcherrima*) im Feld

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Anonym, 2010 : Pflanzenschutzmittelverordnung (PSMV 916.161).
- Anonym, 2014. Plan national de mesures pour la santé des abeilles, Rapport du Conseil fédéral de mai 2014, <http://www.news.admin.ch/NSBSubscriber/message/attachments/34896.pdf>.
- Anonym, 2017. Aktionsplan zur Risikoreduktion und nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. Eidgenössisches Departement für Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF.
- EFSA (2013) Guidance on the risk assessment of plant protection products on bees (*Apis mellifera*, *Bombus* spp. and solitary bees) (<https://www.efsa.europa.eu/de/efsajournal/pub/3295>).
- Hilber-Bodmer, M., Schmid, M., Ahrens, C.H., and Freimoser, F.M. (2017). Competition assays and physiological experiments of soil and phyllosphere yeasts identify *Candida subhashii* as a novel antagonist of filamentous fungi. *BMC Microbiol* 17, 4.
- Jeker L, Volles C, Herren P., 2016. Methodenentwicklung zur Risikobeurteilung von Pflanzenschutzmitteln in der Schweiz, Schweizerische Bienenzeitung, 11, 16-19.
- Mason, P. G., Everatt, M. J., Loomans, A. M., Collatz, J., 2017. Harmonizing the regulation of invertebrate biological control agents in the EPPO region: using the NAPPO region as a model. *Bulletin OEPP/EPPO Bulletin* 47, 79-90.
- SANCO 2002. Working Document Guidance Document on Aquatic Ecotoxicology in the context of the Directive 91/414/EEC. Sanco/3268/2001 rev.4 (final) 17 October 2002.
- SANCO 2000-2002. Guidance document on risk assessment for birds and mammals under council directive 91/414/EEC – SANCO/4145/2000 - final 25 September 2002.
- SANCO 2002. Working Document: Guidance document on terrestrial ecotoxicology under Council Directive 91/414/EEC SANCO/10329/2002 rev 2 final 17 October 2002.
- EFSA PPR 2013. Scientific opinion: Guidance on tiered risk assessment for plant protection products for aquatic organisms in edge-of-field surface waters. *EFSA Journal* 11(7):3290.
- EFSA PPR 2009. Guidance of EFSA: Risk Assessment for Birds and Mammals: *EFSA Journal* 7(12):1438.
- EFSA PPR 2015. Scientific opinion on the effect assessment for pesticides on sediment organisms in edge-of-field surface water. *EFSA Journal* 13:4176.
- EFSA PPR 2015. Scientific Opinion addressing the state of the science on risk assessment of plant protection products for non-target arthropods. *EFSA Journal* 13: 3996.
- EFSA PPR 201x Draft Scientific Opinion addressing the state of the science on risk assessment 2 of plant protection products for in-soil organisms. *EFSA Journal* 201x, available on-line, in preparation.

- Volles, C.; Charrière, J.-D.; Knauer, K. (2014) Pflanzenschutzmittel-Zulassungsverfahren: Risikobewertung für Bienen. Schweizerische Bienen Zeitung 8: 19–22.
- Wang Z, Gerstein M, Snyder M: RNA-Seq: a revolutionary tool for transcriptomics. Nat Rev Genet 2009, 10:57–63.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

PSM sollen keine unannehmbaren Auswirkungen auf die Umwelt haben. Die Prüfung basiert auf Guidance Dokumenten, Daten der Gesuchsteller und beurteilt Ökotoxikologie, Bienen und Biosicherheit freigesetzter Organismen.

Neue wissenschaftliche Erkenntnisse, ändernde Anforderungen und Resultate aus Monitorings erfordern eine ständige Überprüfung der Methoden. Für die Kompetenz sind landwirtschaftlicher und ökologischer Kontext, internationale Zusammenarbeit sowie eigene Forschung wichtig.

PSM sollen keine unannehmbaren Auswirkungen auf Nichtzielarten, biologische Vielfalt und Funktionen der Ökosysteme haben. Die Prüfung basiert auf Guidance Dokumenten, Daten der Gesuchsteller und beurteilt Ökotoxikologie, Bienen und Biosicherheit freigesetzter Organismen.

Neue wissenschaftliche Erkenntnisse, ändernde Anforderungen und Resultate aus Monitorings erfordern eine ständige Überprüfung der Methoden. Für die Kompetenz sind landwirtschaftlicher und ökologischer Kontext, internationale Zusammenarbeit sowie eigene Forschung wichtig.

Genehmigung des Projektes

Datum: 31.10.2017	Visum FGL: daot
Datum: 14.09.2017	Visum FBL / KBL: kewi
Datum: 30.10.2017	Visum V SFF: Gaaa



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.05.12.04.02

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Wirkung & Anwendung_PSM

Nr. Bereich.

12	Pflanzen und pflanzliche Produkte

Nr. Gruppe

12.4	Ökotoxikologie
12.6	Extension Obstbau
12.7	Extension Gemüsebau
12.8	Extension Weinbau
15.3	Beeren und Medizinalpflanzen
15.5	Herbologie Acker- und Weinbau
16.1	Phytopathologie Obst- und Gemüsebau
16.4	Mykologie und Biotechnologie
16.5	Entomologie Acker- und Weinbau
17.6	Futterbau und Graslandssysteme
19.6	Agrarlandschaft und Biodiversität
19.7	Ökobilanzen
20.2	Betriebswirtschaft

Projektleitung/Stellvertretung

Otto Daniel / Andreas Naef

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre	2018	2021

Projekt

Total Arbeits- tage ohne Drittmittel	4396
Beitrag zu SFF	5
Beitrag zu weitem SFF	2, 14, 17

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	3.22, 4.16, 5.42, 5.6, 6.10, 6.16, 7.34, 9.2, 9.8, 12.22, 12.73, 13.42, 13.74, 18.13, 23.42, 28.1, 28.33, 28.100, 29.47
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Prüfung der Wirkung und Analyse der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (PSM)

Wirkung & Anwendung_PSM

Evaluation of efficacy and analysis of use of plant protection products

plant protection products, efficacy, use, ecology, economy

Ausgangslage und Problemstellung

A: Prüfung der Wirkung der Pflanzenschutzmittel (PSM):

Der Bund soll eine nachhaltige und auf den Markt ausgerichtete landwirtschaftliche Produktion ermöglichen, indem er günstige Rahmenbedingungen für Produktion und Absatz landwirtschaftlicher Erzeugnisse schafft (LwG, SR 910.1). Die Anwendung von PSM erlaubt es die Erträge und die Qualität zu sichern. Gemäss PSMV SR 916.161 bedürfen PSM einer Zulassung durch das Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) bevor sie in den Verkauf gelangen. Unter anderem müssen:

- PSM für die vorgesehene Verwendung genügend geeignet sein und bei vorschriftsgemäsem Gebrauch keine unannehmbaren Nebenwirkungen auf Nutzpflanzen und Erntegüter zur Folge haben;

- die zuständigen kantonalen Behörden und die interessierten Landwirtschaftskreise über Neuerungen betreffend Zulassungen sowie über Eigenschaften und Anwendung von Pflanzenschutzmitteln informiert werden.

Die Wirkungsexperten von Agroscope prüfen aufgrund von Firmendaten die Wirksamkeit und die empfohlene Anwendung sowie das Resistenzpotential und beurteilen den agronomischen Nutzen, die Eignung und die Verträglichkeit für die empfohlenen Indikationen. Dank ihrer eigenen praxisnahen Forschung und der Beratung von Kantonen und anderen Multiplikatoren sind die Experten mit sämtlichen Aspekten des Pflanzenschutzes vertraut und zu einer umfassenden Beurteilung befähigt. Allenfalls führen sie eigene ergänzende Versuche und Erhebungen durch (Definition GAP, Lückenindikationen, Optimierung Anwendung).

B: Analyse der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (PSM):

Der nationale Aktionsplan PSM (Anonym, 2016) fordert eine Reduktion von PSM-Anwendung und Risiken. Eine Reduktion der PSM-Anwendungen verringert die Risiken der PSM, kann sich jedoch auch auf Produktionsaufwand, Qualität und Ertrag der Ernte, und letztendlich die Ökonomie der landwirtschaftlichen Betriebe auswirken.

Die effektive Anwendung der PSM ist für verschiedene Kulturen und PS-Strategien nur partiell bekannt (Bsp. bei ca 270 Betrieben der ZA-AUI). Genauere Kenntnisse sind die Basis für ein besseres Verständnis des Pflanzenschutzes (PS) in verschiedenen Kulturen, der ökonomischen Gegebenheiten und der ökologischen Risiken.

Betriebe müssen mit Produktionsmitteln, Kapital, Arbeitskräften und Wissen langfristig einen Gewinn erwirtschaften, der neue Investitionen und Reserven für Neuausrichtungen zulässt und Liquiditätsengpässe vermeidet. In der Unternehmensführung sind nicht nur die Produktionsrisiken (Schaddruck durch Arthropoden, Pilze, Unkräuter), Unwetter, Witterung, etc.), sondern auch Risiken der Marktentwicklungen, sowie finanzielle und institutionelle Risiken relevant (Meraner und Finger 2016). Zudem stellen negative ökologische Auswirkungen (Abbau von Ökosystem-Dienstleistungen) ein evtl. monetarisierbares ökonomisches Risiko dar.

Ökologische Aspekte des PS betreffen die Nebenwirkungen des chemischen, biologischen und physikalischen PS sowie der Anbaumethode. Sie manifestieren sich auf den Ebenen: a) landwirtschaftliche Parzellen z.B. Antagonisten, Bodenfruchtbarkeit), b) Betrieb (lokale Biodiversität Arthropoden, Vögel, Säuger, ...Bestäubung), c) Einzugsgebiet (Gewässerqualität) und d) global (Energie, Klimawandel, Nährstoffverbrauch).

Die Anwendung der PSM, ökonomischen Hintergründe und eine Erfolgskontrolle der Reduktion von PSM-Anwendung und Risiken soll in verschiedenen Projekten untersucht werden:

An Agroscope werden neue PS-Strategien entwickelt, welche Anwendung und Risiken der PSM reduzieren sollen. In Ressourcenprojekten (z.B. Kanton Bern) werden Massnahmen umgesetzt und es braucht in diesen Projekten eine wissenschaftliche Begleitung zur Überprüfung des Erfolgs der Massnahmen. In verschiedenen anderen Projekten (ZA-AUI, Erhebungen SOA) werden Daten zur Anwendung der PSM erhoben, welche eine Analyse der PSM-Anwendung, der Ökonomie und des möglichen Einflusses auf die Risiken erlauben.

Durch die Analyse der Anwendung von PSM in solchen Projekten ist ein „controlling“ möglich und kann die Zielerreichung des NAP PSM dokumentiert werden.

Ziele und Forschungsfragen

A: Teilprojekt Wirkung der PSM (TP-Leitung: Otto Daniel)

Oberziel:

Gutachten zuhanden der Zulassungsstelle und Information der Multiplikatoren zu Wirkung, Nebenwirkung auf Kultur und geeignete Anwendung

Operatives Ziel:

Erstellung der Gutachten und Informationsbereitstellung:

- Termingerechte, qualitativ hochwertige Gutachten der Experten "Wirksamkeit"
- Beurteilung der Eignung, unter Berücksichtigung Anwendung, Wirkung, Resistenzmanagement
- Beurteilung ob unannehmbare Nebenwirkungen auf Nutzpflanzen und Erntegüter auftreten.
- Kompetenzerhalt und -entwicklung (teilweise ergänzende Erhebungen und Versuche zu Eignung von PSM; Mitarbeit spezifische Fachgruppen; erfolgt aber primär im Rahmen von Projekten von Agroscope im Bereich Pflanzenschutz)
- Wissensmanagement, -transfer und Beratung BLW.
- Wissenstransfer und Beratung Kantone und andere Multiplikatoren
- Mitarbeit Frühjahrs- und Herbstbesprechungen; Fachexpertengruppe PSM, MT-Sitzung, "efficacy evaluator meetings, EPPO-panels u.a.

Forschungsfragen:

Kompetenzerhaltung für Wirkungsprüfung und Wissen über den geeigneten Einsatz der PSM.

B: Analyse der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (PSM) (TP-Leitung Laura de Baan)

Oberziel:

„controlling“ in ausgewählten Projekten ob Optimierung der Anwendung der PSM auf Kurs ist und Dokumentation der Zielerreichung des NAP PSM.

Operative Ziele:

- Weiterentwicklung von Methoden zur Bewertung ökonomischer und ökologischer Auswirkungen der PSM-Anwendung
- Analyse ökonomischer und ökologischer Auswirkungen optimierter PS-Strategien in 2-4 Fallbeispielen an Agroscope.
- Analyse der Anwendung von PSM im Rahmen von Ressourcenprojekten.
- Koordination und wissenschaftliche Leitung in Pflanzenschutzprojekten (Kt. Bern).

Forschungsfragen:

- Wie wirken sich Kulturen / Regionen / Schaddruck auf die Anwendung der PSM aus? gibt es problematische Spritzfolgen? ergeben sich daraus Fragestellungen für die Optimierung der PS-Strategien?
- welches sind die monetären Kosten veränderter PS-Strategien? wie gross sind übergeordnete ökologische Kosten (Verbrauch von Energie, Wasser, CO₂-Bilanz, etc.) einer veränderten PS-Strategie?
- welche betrieblichen Schwierigkeiten bringen neue PS-Strategien für einen landwirtschaftlichen Betrieb? Welche Faktoren beeinflussen die Akzeptanz neuer PS-Strategien?
- reduziert eine optimierte PSM-Anwendung die Belastung der Gewässer, Böden und terrestrischen Ökosysteme?
- Welche Informationen braucht es für Politikberatung und Öffentlichkeit? stimmt die Anwendung der PSM mit der Beratung überein? Welche Informationen sind für Beratung der Multiplikatoren (Pflanzenschutztagungen, -empfehlungen etc.) wichtig?

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 5 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Die Wirkungsprüfung, Information über geeignete Anwendung der PSM und die «Expertise für die Zulassung» ist zentral für den Pflanzenschutz und der Entwicklung und Bewertung neuer PS-Strategien..

Mit der Analyse der PSM-Anwendung können Fortschritte in den Bereichen Alternativen zum chemischen PS, risikoärmere Gesamtstrategien und Methoden der Risikoreduktion für die Umwelt aufgezeigt und "best practices" entwickelt werden. Die gewonnenen Erkenntnisse erweitern die Grundlagen des nachhaltigen Pflanzenschutzes. Das Projekt ermöglicht auch die Mitarbeit / Leitung der wissenschaftlichen Begleitung von Ressourcenprojekten.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 2: Folgeabschätzung innovativer Anbaumethoden und Entwicklung resilienter Anbausysteme; liefert neue Erkenntnisse über den Einfluss von Anbausystemen und Standort, welche es erlauben resiliente Anbausystem zu entwickeln, den Ertrag sichern und die Produktequalität garantieren.

zu SFF Nr. 14: Weiterentwicklung Indikatoren Agrar-Umweltmonitoring und Basis für die Interpretation; Untersucht Emmissionen der PSM und untersucht/bewertet Hebel zur Beeinflussung; unterstützt Politik / Betriebe bei der Entscheidungsfindung und liefert Grundlagen für die Beratung; untersucht und entwickelt Indikatoren im Bereich PSM / Umwelt.

zu SFF Nr. 17: Durch den Klimawandel bedingt ändern sich möglicher weise angebaute Sorten, Schaddruck und Umweltverhältnisse. Vor diesem Hintergrund ist es wichtig die Wirksamkeit und Anwendung der PSM zu kennen und richtig zu beurteilen. Mit dem Projekt können Auswirkungen und Bedeutung einer angepassten Anwendung der PSM auf die ökonomische Situation der landwirtschaftlichen Betriebe und auf die Umweltrisiken der PSM dargestellt werden.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Erfassung PSM-Anwendung in Biobetrieben.

Material und Methoden (grob skizziert)

A: Wirkung der PSM

Die Erstellung der Gutachten umfasst i.d.R. die folgenden Aspekte:

- Check of Completeness (COC) der Dossiers
- Validieren der vorhandenen Information
- Prüfbericht

Folgende Sitzungen / Experten-Treffen sind relevant:

- Frühjahrs- und Herbstbesprechungen
- Fachexpertengruppe (FEG) PSM

- Nationale Gremien
- Internationale Experten-Treffen (efficacy evaluator meetings, OECD, EPPO-panels)

Kompetenzerhaltung Wirkungsprüfung und Information:

Dank ihrer Forschungstätigkeit in diversen Projekten des Pflanzenschutzes, der Beratung von Kantonen und anderen Multiplikatoren sowie ihrer Praxisnähe sind die Experten mit sämtlichen Aspekten des Pflanzenschutzes vertraut und zu einer umfassenden Beurteilung befähigt. Allenfalls führen sie eigene ergänzende Versuche und Erhebungen durch (Definition GAP, Lückenindikationen, Optimierung Anwendung).

B: Analyse der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (PSM)

a) Anwendung von PSM

Daten zur Anwendung von PSM werden mit Agrotech, einem elektronischen Feldkalender oder auf Papier erfasst. Die Erfassung der Anwendung der PSM und dazugehöriger Informationen erfolgt je nach Projekt / Kanton auf den Ebenen Schlag, Parzelle, Bewirtschaftungseinheit, Fläche einer Kultur pro Betrieb oder pro Betrieb. Die Datenaufbereitung, die Plausibilisierung / Validierung und die Auswertung basieren auf den für die ZA-AUI entwickelten Prozedere, werden jedoch an die Art und Qualität der Daten und die Fragestellungen angepasst.

b) Ökonomische Auswirkungen:

Es können die Mehrkosten analog zu Zorn et al. 2017 berechnet werden.

c) Ökologische Auswirkungen:

- Für das Risikopotenzial von PSM für aquatische und terrestrische Organismen sowie den Boden wird das Modell Synops verwendet. Es kann in Koppelung mit GIS auf Ebene Einzugsgebiet eingesetzt werden – Methodenentwicklung ist über Drittmittelprojekte anzustreben.
- Ökobilanzen analysieren die Anwendung von PSM im gesamtheitlichen Kontext (inkl. Energieverbrauch, Klimagase, Nährstoffverbrauch ...). Entwicklungen erfolgen im Rahmen des Projektes "Weiterentwicklung der Ökobilanzmethode SALCA und Anwendung auf aktuelle Forschungsfragen" (18.14.19.7.01). Ökobilanzierungen sind über Drittmittel anzustreben.

d) „controlling“ und Dokumentation.

Mögliche Fallbeispiele an Agroscope sind Herbizidreduktion (18.05.12.7.03), Reduktion des chemischen PS durch Förderung der funktionellen Biodiversität (18.16.19.6.04) und integrative Ansätze der PSM-Reduktion im Obstbau (18.05.12.6.02).

Die wissenschaftliche Begleitung und Mitarbeit in Projekten der Ressourcenprogramme bieten die Möglichkeit, "controlling" und Dokumentation bei der Veränderung der Anwendung von PSM umzusetzen. Ein Beispiel ist das Berner PS-Projekt.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Anonym, 2017: Aktionsplan zur Risikoreduktion und nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln.
- Bühler L, Daniel, O:2013: Pflanzenschutzmittel-Eintrag aus ackerbaulich genutzten Parzellen in Oberflächengewässer: Analyse und Reduktionsmassnahmen auf Ebene Betrieb. Bericht.
- de Baan L, Spycher S, Daniel O, 2015: Einsatz von Pflanzenschutzmitteln in der Schweiz von 2009 bis 2012. Agrarforschung Schweiz 6 (2), 48-55.
- Dijkman TJ, Birkved M, Hauschild MZ, 2012: PestLCI 2.0: a second generation model for estimating emissions of pesticides from arable land in LCA. International Journal of Life Cycle Assessment 17:973-986.
- Mathis M, de Baan I, Breitenmoser S, Charrière J-D, Wunderlich A, Daniel O, 2015: Nachhaltigkeitsbewertung von vergleichbaren Anwendungen von Spritz- und Saatbeizmitteln zur Bekämpfung des Rapserdflohs (REF). Bericht.
- OECD, 2007: Report of the OECD Pesticide Risk Reduction Steering Group Workshop "Pesticide User Compliance", OECD SERIES ON PESTICIDES, Number 37.
- OECD, 2012: Guidance on Pesticide Compliance and Enforcement Best Practices, OECD Series on Pesticides, Number 71.
- Zorn, A., Musa, T. & Lips, M., 2017. Costs of preventive agronomic measures to reduce deoxynivalenol in wheat, The Journal of Agricultural Science, 155 (7): 1033-1044.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Im Rahmen des Zulassungsverfahrens der PSM prüfen die Wirkungsexperten Wirksamkeit, empfohlene Anwendung und Resistenzpotential; sie beurteilen den agronomischen Nutzen, die Eignung und die Verträglichkeit für die Anwendungen.

Die effektive Anwendung der PSM ist für verschiedene Kulturen und PS-Strategien nur partiell bekannt. Genauere Kenntnisse erlauben ein besseres Verständnis und die Optimierung von Pflanzenschutz, ökonomischer Akzeptanz und der ökologischen Risiken.

Im Rahmen des Zulassungsverfahrens der PSM prüfen die Wirkungsexperten Wirksamkeit, empfohlene Anwendung und Resistenzpotential; sie beurteilen den agronomischen Nutzen, die Eignung und die Verträglichkeit für die Anwendungen. Dank ihrer eigenen praxisnahen Forschung und der Beratung von Kantonen und anderen Multiplikatoren sind die Experten mit sämtlichen Aspekten des Pflanzenschutzes vertraut und zu einer umfassenden Beurteilung befähigt.

Die effektive Anwendung der PSM ist für verschiedene Kulturen und PS-Strategien nur partiell bekannt. Der NAP PSM fordert eine genauere Kenntniss der PSM-Anwendung und die Optimierung von Pflanzenschutz, ökonomischer Akzeptanz und der ökologischen Risiken.

Genehmigung des Projektes

Datum: 31.10.2017	Visum FGL: daot
Datum: 00.00.2017	Visum FBL / KBL: kewi
Datum: 00.00.2017	Visum V SFF: gaaa



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.05.12.05.01

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

APSD & Vollzugsdiagnostik

Nr. Bereich.

12 Pflanzen und pflanzliche Produkte

Nr. Gruppe

12.5 Pflanzenschutzdienst (APSD)

Projektleitung/Stellvertretung

Markus Bünter / Jean-Sébastien Reynard

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeits-tage ohne Drittmittel	2755
Beitrag zu SFF	5
Beitrag zu weitem SFF	---

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	BLW-Factsheet - Vollzugsaufgabe Nr. 6 und Vollzugshilfe Nr. 4
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☐ ja ☒ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Agroscope Pflanzenschutzdienst & Vollzugsdiagnostik

APSD & Vollzugsdiagnostik

Agroscope plant health service & diagnostics on quarantine organisms

plant quarantine organisms, plant passport, phytosanitary certificate, diagnostics on quarantine organisms, expertise on quarantine organisms

Ausgangslage und Problemstellung

Mit dem weltweiten Handel von Pflanzenmaterial können besonders gefährliche Schadorganismen, so genannte Quarantäne-Organismen (QO) sowie neue, noch nicht bekannte Schadorganismen, verschleppt werden. QO sind Organismen, die in einem Land nicht oder nicht häufig auftreten, deren Bekämpfung schwierig ist und die grosse wirtschaftliche Schäden verursachen können. Die Vorbeugung und die Bekämpfung der QO sind in der Pflanzenschutzverordnung (PSV, SR 916.20) und in der Verordnung des BLW über die vorübergehenden Pflanzenschutzmassnahmen (VvPM, SR 916.202.1) geregelt. Das Bundesamt für Landwirtschaft (BLW), Fachbereich Pflanzengesundheit und Sorten, und implizit Agroscope, ist zuständig für den Bereich Landwirtschaft / produzierender Gartenbau. Die kantonalen Pflanzenschutzdienste (KPSD) sind für die Umsetzung und den Vollzug in den Kantonen zuständig.

In den letzten 10 Jahren traten in der Schweiz vermehrt QOs auf, die mit Pflanzen und Pflanzenteilen importiert wurden, und die zum Teil noch nie gefunden wurden. Im Folgenden einige Beispiele von importierten QOs, die grossen Handlungsbedarf und/oder wirtschaftliche Schäden verursachten:

- **2009 und 2010:** Edelreiserimporte, die vom Nationalen Pflanzenschutzdienst (NPPO) des Produktionslandes als "möglicherweise befallen mit Obst-Phytoplasmen" deklariert wurden - ca. 5'000 Pflanzen in CH-Baumschulen wurden mit Wurzelproben auf Phytoplasmen untersucht. Es konnte kein Obstphytoplasmenbefall festgestellt werden.
- **2013 bis 2016:** Import von Kiwipflanzen, die mit Kiwikrebs befallen waren. Das Quarantänebakterium *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* (PSA) wurde im 2015 an Pflanzen in einer Kiwianlage festgestellt. Die Kiwiplantage wurde sofort gerodet und die PSA-Gebietsüberwachung in der Schweiz verstärkt. Durch die Rückverfolgung wurden weitere befallene Kiwipflanzen in zwei CH-Baumschulen entdeckt. Die Baumschulen wurden im 2015 saniert. Im Frühjahr 2016 wurde in den beiden Baumschulen wieder PSA-Befall detektiert. Im Sommer 2016 wurden sämtliche ~30'000 Kiwipflanzen in den beiden Baumschulen vernichtet. In der Region der befallenen Kiwiplantage wurden im Sommer 2016 und 2017 weitere befallene Kiwipflanzen gefunden und vernichtet.

- **2014 bis 2015:** Steinobst-Unterlagenimporte, die vom NPPO des Produktionslandes als "möglicherweise befallen mit Sharka" deklariert wurden. In der Folge wurden etwa 18'000 Pflanzen in sieben CH-Baumschulen mit Blattproben auf Sharka im Labor untersucht. Es wurden ca. 4%, d.h. über 700 Jungpflanzen mit Sharka gefunden und vernichtet.
- **2015:** Import von Kaffeeepflanzen aus Mittelamerika, die mit dem Quarantänebakterium *Xylella* befallen waren. Die Kaffeeepflanzen standen in zwei Gewächshäusern der Schweiz. Die sofortige Vernichtung der Pflanzen mit Beprobung aller Wirtspflanzen im selben Gewächshaus verhinderte eine weitere Ausbreitung des gefährlichen Bakteriums. Jährlich werden die *Xylella*-Vektoren mit Gelbfallen überwacht.
- **2015 bis 2017:** An importierten Peperoni-Jungpflanzen (*Capsicum annuum*), die vom NPPO des Produktionslandes als "möglicherweise befallen mit *Potato spindle tuber viroid* (PSTVd)" deklariert wurden, konnte in zwei Gemüse-Produktionsgewächshäusern mit Blattproben im Labor PSTVd nachgewiesen werden. An weiteren Pflanzenarten der Nachtschattengewächse wurde in beiden Gewächshäusern PSTVd nachgewiesen. Die Übertragung erfolgte wahrscheinlich durch die Bewässerung sowie die Pflege- und Erntearbeiten. Die befallenen Lots wurden sofort vernichtet und die Gewächshäuser dekontaminiert. Nachkontrollen werden im Herbst 2017 durchgeführt.
- **Ab 2016:** Rosenstockimporte, die vom NPPO des Produktionslandes als "möglicherweise befallen mit dem Quarantänebakterium *Ralstonia solanaceum* - Rasse 1 (Rsol)" deklariert wurden. Die Rosenstöcke wurden an fünf Gärtnereien mit Schnittrosenproduktion in der Schweiz ausgeliefert. Das Quarantänebakterium Rsol konnte in allen fünf Betrieben mit Laboruntersuchungen nachgewiesen werden. Die Sanierungs-, Dekontaminations- und Überwachungsarbeiten sind noch nicht abgeschlossen. Der wirtschaftliche Schaden wird im Moment auf ca. 2 Mio. Fr. geschätzt.

Mit den Tilgungsmassnahmen sind der Eidg. Pflanzenschutzdienst (EPSD), der APSD, die KPSD und auch Agroscope-Experten [Link zu anderen Forschungsgruppe (FG) im SFF 5 und SFF 2 gemäss QMS-Dokument „Definition und Zuständigkeiten bei der Diagnostik auf pflanzenschädigende Organismen (biotische Pflanzenschutzdiagnostik) bei Agroscope“ Nr. 13.11.SD.001] mit den Forschungs- und Diagnoselabors intern und extern sowie mit Expertisen zur Prävention und gezielten Bekämpfung stark gefordert.

Die in diesem Bereich notwendige technisch-wissenschaftliche Beratung wird durch den Agroscope Pflanzenschutzdienst (APSD) in Wädenswil als Teil des Eidgenössischen Pflanzenschutzdienstes (EPSD) wahrgenommen.

Die Agroscope-Expertise und -Infrastruktur wie Bakteriologie, Entomologie, Mykologie, Nematologie, Phytoplasma- und Virologie mit den nötigen Laborkapazitäten erbringen die Basis für die Vollzugsarbeiten des Bundesamtes für Landwirtschaft (BLW), Fachbereich Pflanzengesundheit und Sorten. Dazu besteht bereits eine langjährige, enge Zusammenarbeit. Agroscope hat einen Pflanzenschutzdienst (APSD) eingerichtet, der wichtige Vollzugsarbeiten und Vollzugshilfen im Rahmen des EPSD wahrnimmt sowie eine wichtige Scharnierfunktion zwischen dem EPSD und den Agroscope-Pflanzenschutzexperten, den Forschungs- und Diagnoselabors intern & extern sowie den KPSD inne hat.

Ziele und Forschungsfragen

- 1) Koordination der Kontrollen und Diagnosen zur Verhinderung der Ein- und Verschleppung sowie Ausbreitung von Quarantäneorganismen
- 2) Diagnoseresultate liegen innerhalb der vorgegebenen, kurzen Fristen und in der gemäss nationalen und internationalen Richtlinien (EPPO und/oder EU-Vorgabe) geforderten Qualität vor. (Link zu den zuständigen Agroscope-Experten und Forschungslabore.)
- 3) GEQ (Groupe d'experts de quarantaine-Expertengruppe Quarantäne) und EPSD (Eidg. Pflanzenschutzdienst) erhalten die nötige technisch-wissenschaftliche Beratung.
- 4) Diagnosen zu Quarantäneorganismen, die im Zusammenhang mit Import- bzw. Export-Kontrollen sowie Pflanzenpass- und Gebietsüberwachungen und Outbreaks mit importierten QOs oder neuen Schadorganismen im Inland anfallen, sind ressourcen- und termingerecht mit internen oder externen Labors koordiniert und organisiert. Dazu werden Agroscope-intern der Vollzug und weiterführenden Leistungen geklärt und die Organisation der Vollzugstätigkeiten optimiert.
- 5) Pflanzenschutzzeugnisse für Exporte von Pflanzen und Pflanzenteilen in Länder ausserhalb der EU sowie allfällige Abklärungen und erforderliche Diagnosen sind termingerecht in Zusammenarbeit mit dem Exporteur erledigt.
- 6) Das Schweizer Pflanzenpass-System erhält technisch-wissenschaftliche Beratung.
- 7) Informationen über QO sind nach Absprache mit dem EPSD in geeigneten Zeitschriften und Medien publiziert.
- 8) Bedarfsgerechte fachliche Unterstützung bei der Evaluation der Massnahmen im Rahmen der Strategie zur Sanierung und gegebenenfalls der Dekontamination von Befall mit Quarantäneorganismen in Zusammenarbeit mit den Agroscope Experten.
- 9) Invasionsbiologie von Flavescentia dorée (FD) [Doktorarbeit von Simon Blaser vom März 2016 bis Juli 2019]:
- 10) Das Quarantänephytoplasma *Candidatus phytoplasma vitis* ist der Erreger der Krankheit Goldgelbe Vergilbung der Reben / Flavescentia dorée (FD).

Das Quarantäne-Phytoplasma *Candidatus phytoplasma vitis* ist der Erreger der Krankheit Goldgelbe Vergilbung der

Reben / Flavescentia dorée (FD). Seit 2004 ist die Quarantänekrankheit im Tessin präsent. Im 2015 wurde die Krankheit erstmals nördlich der Alpen am Genfersee entdeckt. 2016 wurde ein Befallsherd im Unterwallis entdeckt. Das Ziel dieser Doktorarbeit ist es, die Verbreitung und den Effekt von alternativen Vektor-Insekten auf die Epidemiologie von FD zu studieren. Bis jetzt gilt die Zikade *Scaphoideus titanus* als einziger Vektor des Quarantäne-Phytoplasmas. Neuere Studien lassen allerdings vermuten, dass andere Zikaden-Arten wie *Orientus ishidae* auch in die Übertragung von FD involviert sind. *O. ishidae* ist eine in Europa neobiotische Insektenart, welche ursprünglich aus Japan stammt. Anhand von populationsgenetischen Analysen wird der Invasionsweg dieser Art in die Schweiz untersucht. Das erworbene Wissen wird in die Definition von phytosanitären Massnahmen einfließen, welche das Risiko einer Einschleppung von invasiven Pflanzenschädlingen oder deren Vektoren in Zukunft minimieren sollen.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 5 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Der APSD koordiniert Import-, Export- sowie Pflanzenpass-Diagnosen an Agroscope Forschungslabors oder externen Diagnoselabors mit dem Ziel QO-verseuchtes Pflanzenmaterial an den Grenzen zu stoppen und zurückzuweisen und QO-verseuchte Pflanzen in Jungpflanzen- und Produktionsbetrieben zu finden und gemäss den gesetzlichen Vorgaben Sanierungsmassnahmen umzusetzen. Damit wird die Einschleppung, die Etablierung und Ausbreitung von Quarantäneorganismen in der Schweiz verhindert, bzw. stark eingedämmt. Durch die Mitarbeit an internationalen Pest Risk analysis (PRA) (Teilnahme an definierten EPPO-Panels) und das Erarbeiten von nationalen PRA's wird das Risiko von neuen Schadorganismen für die Schweiz beurteilt.

Die Situation von QOs in der Schweiz wird durch Gebietsüberwachungen erhoben. Die jährlichen Gebietsüberwachungen werden in Zusammenarbeit mit den zuständigen Agroscope Experten, den kantonalen Pflanzenschutzdiensten (KPSD) und mit Einbezug der entsprechenden Agroscope Forschungslabors oder externen Diagnoselabors durchgeführt. Diese Resultate werden in der EU-Internetdatenbank EUROPHYT erfasst und erlauben es, ein Bild über die ganze EU inkl. der Schweiz über bestimmte QOs zu erhalten.

Die Agroscope-Experten nehmen an definierten internationalen EPPO-Panels teil, und gewährleisten damit die Vernetzung mit den europäischen Ländern und tragen aktiv zur Erarbeitung von internationalen Standards im Bereiche der QOs bei.

In Zusammenarbeit mit den zuständigen Agroscope-Experten sowie unter Einbezug der Branche werden Expertisen (Risikoevaluation sowie Vorgaben für die Massnahmen gegen Quarantäneorganismen in der Schweiz) erarbeitet und erstellt. Diese Expertisen bilden die Grundlage für die Priorisierung von Massnahmen gegen die besonders gefährlichen Organismen in der Schweiz und unterstützen den EPSP, den APSD und die KPSD bei der Umsetzung von Sanierungsmassnahmen gemäss PSV und VvPM.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. ---

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Die negativen Auswirkungen auf die landwirtschaftliche Produktion durch Quarantäneorganismen und neue Schadorganismen haben auch Auswirkungen auf den Biolandbau. Die oben beschriebenen Arbeiten und Massnahmen verhindern oder verzögern die negativen Auswirkungen in der ganzen Landwirtschaft in der Schweiz, d.h. auch im Biolandbau.

Material und Methoden (grob skizziert)

Internationale Vernetzung, Diagnosemethoden gemäss EPPO und/oder EU-Diagnostic-Standards. Forschungslabors an Agroscope oder externe Diagnoselabors mit schneller Möglichkeit zu Diagnosen von eingeschleppten Quarantäneorganismen oder neuen Schadorganismen gemäss national und international vorgegebenen Methoden.

Ressourcen-Erfassung im Dachprojekt „Agroscope Pflanzenschutzdienst & Vollzugsdiagnostik“

Im APSD-Dachprojekt werden die Arbeitstage (AT) aller involvierten FG der Forschungsbereiche 15 - Produktionssysteme Pflanzen und 16 - Pflanzenschutz sowie des Kompetenzbereiches 13 - Methodenentwicklung und Analytik [gemäss QMS-Dokument „Definition und Zuständigkeiten bei der Diagnostik auf pflanzenschädigende Organismen (biotische Pflanzenschutzdiagnostik) bei Agroscope“ Nr. 13.11.SD.001] - für die Bearbeitung und Beantwortung von Verdachtsproben sowie von APSD/EPSP erfragte Expertisen auf QOs und neue Schadorganismen und die Teilnahme an definierten EPPO-Panels zum Thema Pflanzengesundheit und geregelte Schadorganismen erfasst. Die Spesen für die definierten EPPO-Panels können über APSD abgerechnet werden.

Die Forschung und Entwicklung für Diagnosemethoden sowie die Methodenetablierung und die Qualitätssicherung (Ringanalysen) der Labordiagnosen auf QO wird in den entsprechenden Projekten vom SFF 5 erfasst. Wobei die AT

für die Qualitätssicherung anteilmässig dem vorliegenden APSD-Dachprojekt belastet werden können.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

Grundlagen

- Pflanzenschutzverordnung (PSV, SR 916.20) und Verordnung des BLW über die vorübergehenden Pflanzenschutzmassnahmen (VvPM, SR 916.202.1)

Methoden

- International Standards for Phytosanitary Measures, ISPM 1 to 34 auf dem Internet unter: https://www.ippc.int/index.php?id=ispms&no_cache=1&L=0
- EPPO Standards für Diagnosen und Tilgungsmassnahmen unter www.eppo.int
- Buchmann B., Schaerer S., Christen D., Bünter M., Europäische Steinobst-Vergilbungskrankheit: Warmwasserbehandlung, SZOW 152 (6), 2016
- Johnston H., Genini M., Bünter M., Schaerer S., Phytoplasmen im Obstbau; Vergleich zwischen Diagnostik mit real time PCR und nested PCR, SZOW 150 (12), 2014
- Bünter, M., Quarantäneorganismen im Tomatenanbau immer melden, Der Gemüsebau 6/2013
- Bünter, M., Pflanzenpass und ZP-Pflanzenpass bei Obstgehölzen, SZOW 2005

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Durch den weltweiten Handel mit Pflanzenmaterial können besonders gefährliche Schadorganismen, so genannte Quarantäne-Organismen sowie neue, noch nicht bekannte Schadorganismen, verschleppt werden. Diese Organismen sind in Verordnungen geregelt, um die Etablierung in der Schweiz zu verhindern. Die Agroscope-Expertise und -Infrastruktur mit den nötigen Laborkapazitäten erbringen die Basis für die Vollzugsarbeiten des Bundesamtes für Landwirtschaft.

Mit dem weltweiten Handel von Pflanzenmaterial können besonders gefährliche Schadorganismen, oder Quarantäneorganismen (QOs) sowie neue, nicht bekannte Schadorganismen verschleppt werden. Die QOs sind in der Pflanzenschutzverordnung und in der Verordnung über die vorübergehenden Pflanzenschutzmassnahmen geregelt, um eine Etablierung zu verhindern. Die Agroscope-Expertise und -Infrastruktur wie Bakteriologie, Entomologie, Mykologie, Nematologie, Phytoplasmaologie, Virologie mit den nötigen Laborkapazitäten erbringen die Basis für die Vollzugsarbeiten des Bundesamtes für Landwirtschaft. Agroscope hat einen Pflanzenschutzdienst eingerichtet, der Vollzugsarbeiten und Vollzugshilfen sowie eine wichtige Scharnierfunktion zwischen dem BLW und den Agroscope-Experten, den Forschungs- und Diagnoselabors sowie den kantonalen Stellen inne hat.

Genehmigung des Projektes

Datum: 26.10.2017	Visum FGL: buma/reje
Datum: 14.09.2017	Visum FBL / KBL: kewi
Datum: 29.10.2017	Visum V SFF: Gaaa



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.05.12.06.02

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Obst_Schädlinge

Nr. Bereich.

12 Pflanzen und pflanzliche Produkte

Nr. Gruppe

12.6	Extension Obstbau
16.1	Phytopathologie und Zoologie Obst- und Gemüsebau
16.3	Pflanzenschutz südlich der Alpen
16.5	Entomologie Acker- und Weinbau
16.6	Virologie und Phytoplasmologie

Projektleitung/Stellvertretung

Barbara Egger / Dominique Mazzi

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeits-tage ohne Dritt-mittel	1400
Beitrag zu SFF	5
Beitrag zu wei-tern SFF	2, 13

Bedürfniserhebung: Bei-trag zu Anliegen Nr.	9.21, 13.35, 13.36, 13.42, 13.52, 13.54, 23.15, 27.1, 27.10, 27.13
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Nachhaltige Regulierung von Schadarthropoden im Obstbau

Arthropodenschädlinge im Obstbau

Sustainable management of arthropod pests and disease vectors in fruit crops

alien invasive species, biological control, crop protection, horticultural production, integrated pest management (IPM), plant diseases

Ausgangslage und Problemstellung

Neue Schädlinge und neue politische und gesetzliche Forderungen (nationaler Aktionsplan Pflanzenschutz, gezielte Überprüfung bewilligter Pflanzenschutzmittel, Rückstandsforderungen des Handels) verändern stetig die Rahmenbedingungen für die Produktion. Wichtige Beispiele sind die Bekämpfung der Kirschessigfliege im Steinobst oder eine Pflaumenwicklerbekämpfung ohne das seit 2017 nicht mehr bewilligte Standard-Insektizid Insegar. Die Obstbranche erwartet von Agroscope innovative, praxis-taugliche Lösungen, um eine wirtschaftliche Obstproduktion mit reduziertem Pflanzenschutzmitteleinsatz zu ermöglichen. Bewährte, integrierte Anbausysteme sollen dementsprechend unter Bei-behaltung der Produktequalität und der Wettbewerbsfähigkeit weiter entwickelt werden. Neben Feldversuchen mit neuen Pflanzenschutzstrategien braucht es auch Grundlagenforschung über Biologie und Ausbreitung dieser Organismen, um gezielte Massnahmen und zuverlässige Prognosemodelle zu entwickeln. Um neue Erkenntnisse an die Praxis weiterzugeben sollen Flugschriften und Merkblätter zu Schädlingen in gewohnt hoher Qualität erstellt und regelmässig aktualisiert werden.

Ziele und Forschungsfragen

1) Vertiefung von Grundlagenkenntnissen zur Ökologie von etablierten und neu auftretenden Schadarthropoden

Ein markantes Beispiel eines neu auftretenden Schädlings ist die Marmorierte Baumwanze (*Halyomorpha halys*). Diese polyphage Wanzenart verursacht bereits heute bedeutende Schäden im Obst- und Gemüseanbau südlich

der Alpen. Aus Asien eingeschleppt, wurde *H. halys* 2004 zum ersten Mal in der Schweiz nachgewiesen. Heute ist der Schädling in sämtlichen Landesteilen vorzufinden und es mehren sich Schadensmeldungen aus dem Tessin und anderen Regionen. Gemeinsam mit den entomologischen Arbeitsgruppen im Gemüsebau, Feldbau und Reb-
bau gilt es die Biologie des Schädlings besser zu verstehen, insbesondere Wirtspflanzenspektrum, Überwinterung, Phänologie und natürliche Gegenspieler.

2) Verbesserung von Prävention, Früherkennung und Diagnostik zur Verhinderung der Einschleppung und Verbreitung von gebietsfremden Schadarthropoden

Das Auftreten von neuen und etablierten Obstbauschädlingen wie Apfelwickler, Schalenwickler, Kirschenfliegen usw. wird überwacht und die verursachten Schäden werden in den einzelnen Regionen regelmässig erhoben. Dies erlaubt es, lokal rasch zu informieren und zu reagieren.

3) Entwicklung und Umsetzung von integrierten, risikoarmen Pflanzenschutzstrategien

Alternativen zum chemischen Pflanzenschutz, wie die Totaleinnetzung von Kern- und Steinobstanlagen werden in praxisnahen Versuchen und Modellanlagen hinsichtlich Wirkung auf Schädlinge und Nützlinge untersucht. Im Forum Kern- und Steinobst eingebrachte Probleme mit neuen und verstärkt auftretenden Schädlingen werden von der Forschungsgruppe Extension Obstbau entgegen genommen und mit der Branche priorisiert. Gemeinsam mit anderen Forschungsgruppen werden im Rahmen der vorhandenen Ressourcen nachhaltige, praxistaugliche Lösungen erarbeitet.

4) Beurteilung der Nachhaltigkeit, Praxistauglichkeit und Wettbewerbsfähigkeit alternativer Pflanzenschutzstrategien

Die Umsetzung von innovativen Pflanzenschutzstrategien wird in ausgewählten Situationen („case studies“) durch begleitende Untersuchungen zum Ausmass der Erreichung der Reduktionsziele des NAP-PSM (Projekt 18.05.12.4.17 Wirkung & Bewertung) sowie Nachhaltigkeitsbewertungen (Projekt 18.14.19.7.01 SALCA) und betriebswirtschaftliche Berechnungen (Projekt 18.13.12.6.03 Wirtschaftlichkeit_ObstGemüse) gestützt.

5) Förderung des Wissenstransfers und der Akzeptanz für Alternativen zum chemischen Pflanzenschutz

Die erarbeiteten Kenntnisse aus diesem Projekt werden über diverse Print- und digitale Kanäle zeitnah und bedarfsgerecht den verschiedenen Kundengruppen zur Verfügung gestellt. Die im Rahmen dieses Projekts durchgeführten Aktivitäten haben neben dem Schutz von Obstkulturen vor Schadarthropoden das Potenzial, die Wahrnehmung der Bedeutung des chemischen Pflanzenschutzes im Spannungsfeld von Ernährungssicherheit, rentablen Produktion, Konsumentenforderungen und Umweltschutz zu beeinflussen und zu steuern. Dadurch kommt dem Projekt eine Imagerolle zu. In der Politikberatung, der Öffentlichkeitsarbeit und bei „on farm“ Demonstrationen der Realisierbarkeit von Alternativen zum chemischen Pflanzenschutz wird ein neutraler, sachlicher und wissenschaftlich fundierter Beitrag zur Debatte um den Stellenwert des chemischen Pflanzenschutzes und letztendlich der modernen Schweizer Nahrungsmittelproduktion geleistet.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 5 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

- 1) Ein vertieftes Verständnis der Ökologie von Schadarthropoden sowie der trophischen Interaktionen mit Wirtspflanzen und natürlichen Antagonisten als Grundlage für deren nachhaltigen Regulierung,
- 2) die frühzeitige Identifikation und proaktive Bekämpfung neu auftretender Schadarthropoden,
- 3) die Prüfung von Alternativen zum chemischen Pflanzenschutz und
- 4) die Erarbeitung von praxistauglichen Gesamtstrategien, welche die Quantität und Qualität der Produktion bei reduziertem Pflanzenschutzmitteleinsatz sichern stimmen mit den im SFF5 formulierten Forschungsfragen überein.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 2: Innovative Pflanzenschutzstrategien sind in die gesamte Kulturführung zu integrieren. Neu aufkommende Schadarthropoden gefährden die langfristige Erhaltung der Resilienz und Rentabilität bestehender Anbausysteme und -methoden.

zu SFF Nr. 13: Innovative Pflanzenschutzstrategien zielen auf eine Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der Schweizer Obstproduktion.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Die gesteigerte Wirksamkeit von Pflanzenschutzstrategien, die ohne beträchtliche Einbussen in Bezug auf Ertrag und Produktqualität den Verzicht auf den Einsatz von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln ermöglichen, kommt sowohl der konventionellen als auch der biologischen Landwirtschaft zugute. Der Biolandbau profitiert dabei in besonderem Masse aufgrund der kleineren Auswahl an zugelassenen Pflanzenschutzmitteln.

Material und Methoden (grob skizziert)

Erhebungsparameter: je nach Versuchsfragen Befalls- und Schadbonituren bei Blüte, im Sommer und vor der Ernte für etablierte und neue Schädlinge. Bei Bedarf weitere Parameter (z. B. Nützlinge, Rückstände, etc.).
Der Obstbau-Versuchsbetrieb Wädenswil erfasst in ausgewählten Versuchen Daten für den ökonomischen Vergleich der verschiedenen Pflanzenschutzverfahren (wird im Projekt 18.13.12.6.03 bearbeitet).

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Kuske S., A. Naef, E. Holliger, T. Kuster, S. Perren, J. Werthmüller, M. Bünter, C. Linder, P.-H. Dubuis & C. Bohren 2016. Pflanzenschutzempfehlungen für den Erwerbsobstbau 2016/2017. Agroscope, Wädenswil. 68 S.
- Kuske S., A. Naef, T. Kuster, S. Perren, E. Holliger, C. Linder, P.-H. Dubuis & C. Bohren 2017. Empfohlene Pflanzenschutzmittel für den Erwerbsobstbau 2017. Agroscope, Wädenswil. 24 S.
- Zwahlen D., T. Kuster & S. Kuske 2017. Insektennetz im Apfelanbau: Kaum Auswirkungen auf Mikroklima und Fruchtqualität. Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau 153, 8-11.
- Gölls M., E. Bravin & A. Naef 2015. Evaluation of the low-residue apple crop protection. Acta Horticulturae 1105, 241-246.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet

(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Obstkulturen werden von einer Vielzahl von Schädlingen bedroht. Um trotzdem eine hohe innere und äussere Fruchtqualität für die Konsumenten garantieren zu können, sind im Schweizer Obstanbau regelmässige Pflanzenschutzmassnahmen notwendig. Das Ziel dieses Projektes zu Schädlingen im Obstbau ist es, Möglichkeiten und Strategien für einen risikoärmeren Pflanzenschutzmitteleinsatz aufzuzeigen.

Neue Schädlinge und neue politische und gesetzliche Forderungen (nationaler Aktionsplan Pflanzenschutz, gezielte Überprüfung bewilligter Pflanzenschutzmittel, Rückstandsforderungen des Handels) verändern stetig die Rahmenbedingungen für die Produktion. Wichtige Beispiele sind die Bekämpfung der Kirschessigfliege im Steinobst oder eine Pflaumenwicklerbekämpfung ohne das seit 2017 nicht mehr bewilligte Insektizid Insegar. Die Obstbranche erwartet von Agroscope innovative, praxistaugliche Lösungen, um eine wirtschaftliche Obstproduktion mit reduziertem Pflanzenschutzmitteleinsatz zu ermöglichen. Bewährte, integrierte Anbausysteme sollen dementsprechend unter Beibehaltung der Produktequalität und der Wettbewerbsfähigkeit weiter entwickelt werden. Neben Feldversuchen mit neuen Pflanzenschutzstrategien braucht es auch Grundlagenforschung über Biologie und Ausbreitung dieser Organismen, um gezielte Massnahmen und zuverlässige Prognosemodelle zu entwickeln. Um neue Erkenntnisse an die Praxis weiterzugeben sollen Flugschriften und Merkblätter zu Schädlingen in gewohnt hoher Qualität erstellt und regelmässig aktualisiert werden.

Genehmigung des Projektes

Datum: 31.10.2017	Visum FGL: naan
Datum: 31.10.2017	Visum FBL / KBL: kewi
Datum: 31.10.2017	Visum V SFF: gaaa



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.05.12.07.02

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Pest*IPM

Gemüse, Beeren, andere Kulturen / Insekten, Milben, Nematoden

Nr. Bereich.

12

Kompetenzbereich Pflanzen und pflanzliche Produkte

Nr. Gruppe

12.7

Extension Gemüsebau

Projektleitung/Stellvertretung

Ute Vogler / Serge Fischer

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	3192
Beitrag zu SFF	5
Beitrag zu weiteren SFF	2

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	3.120, 4.22, 5.1, 5.3, 5.4, 9.20, 9.21, 12.35, 12.36, 12.37, 12.40, 12.41, 12.42, 12.43, 12.44, 12.45, 12.48, 12.49, 12.50, 12.51, 12.52, 12.53, 12.54, 12.55, 12.57, 12.58, 12.61, 12.62, 12.63, 12.64, 12.65, 12.66, 12.67, 12.68, 12.69, 12.70, 12.7, 12.71, 12.72, 12.98, 13.123, 13.136, 13.137, 13.52, 13.6, 13.9, 18.115, 18.119, 18.120, 18.134, 18.135, 18.138, 18.22, 23.12, 23.15, 23.35, 23.46, 23.99
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Schädlinge in Gemüse, Beeren und anderen Kulturen

Schädlinge (Insekten, Milben, Nematoden) in Gemüse, Beeren und anderen Kulturen

Pests (insects, mites, nematodes) in vegetables, berries and other crops

Forum Forschung Gemüse, Klimawandel, Populationsdynamik, Nationaler Aktionsplan Pflanzenschutzmittel, Integrierter Pflanzenschutz, Gemüsefliegen, Kleine Kohlfliege, Möhrenfliege, Chicoréeminierfliege, Wurzelfliegen, aufkommende Schädlinge, Wanzen, Rübenmotte, Tomatenminiermotte, Rapsminierfliege, bodenbürtige Schädlinge, Nematoden, Beeren, Medizinalpflanzen, Spezialkulturen

Ausgangslage und Problemstellung

Die Produktion von Pflanzenerzeugnissen wie Gemüse, Beeren und andere Kulturen ist keine Selbstverständlichkeit, wobei der Begriff „andere Kulturen“ sich aktuell in der Agroscope Forschungslandschaft auf Medizinalpflanzen beschränkt. Alleine der Begriff „Gemüse“ umfasst in der Schweiz über 100 Gemüsearten, nicht mit Sorten oder Typen zu verwechseln, aus unterschiedlichen botanischen Pflanzenfamilien, und der Begriff „Beeren“ umfasst 13 Beerenarten. Diese Vielfalt ist einer Reihe von Schädlingen wie Insekten, Milben und Nematoden ausgesetzt, die nebeneinander und nacheinander zu den verschiedensten Zeitpunkten auf, an, in, neben und/oder unter ihren Wirtspflanzen leben. Dadurch kann es zu hohen Ertrags- und Qualitätseinbußen kommen. Um vermarktungsfähige Pflanzenerzeugnisse als Erzeugnisse erzeugen zu können, ist der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln im Bio- ebenso wie im integrierten Anbau notwendig. Allerdings ändert sich die Bewilligungssituation aufgrund neuer Erkenntnisse, die z.B. in der Gezielten Überprüfung (GÜ) von Pflanzenschutzmitteln umgesetzt werden, ständig. Im Rahmen der GÜ wurden diverse Indikationen eingeschränkt oder zurückgezogen, so dass die bisher verfügbare Pflanzenschutzmittel und/oder Wirkstoffe

nicht mehr angewendet werden dürfen. Das heisst, dass in diversen Gemüse-, Beeren- und anderen Kulturen keine bzw. nicht ausreichende Bekämpfungsmöglichkeiten verfügbar sind. Die Situation wird noch weiter verschärft, da eines der Ziele des Nationalen Aktionsplans Pflanzenschutzmittel ist, dass der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln reduziert wird.

Die Projektskizze „Gemüse, Beeren und andere Kulturen / Schädlinge (Insekten, Milben, Nematoden)“ ist in sieben Teilprojekte unterteilt. Die Teilprojekte 1-5 sind Teil des Forumsprozesses Forum Forschung Gemüse (FFG). Teilprojekt 1 beschäftigt sich mit der zeitnahen Bearbeitung akuter Fragestellungen. Teilprojekte 2-5 beschäftigen sich mit Fragestellungen, die über mehrere Jahre hinweg bearbeitet werden.

Alle Teilprojekte (1-7) werden unter Berücksichtigung ökologischer, ökonomischer und sozialer Aspekte unter Berücksichtigung sich wandelnder Rahmenbedingungen bearbeitet. Einerseits muss ein bewusster und nachhaltiger Umgang mit den verfügbaren Pflanzenschutzmitteln angestrebt werden, andererseits müssen alternative Bekämpfungsmöglichkeiten entwickelt und geprüft werden. Dafür werden bereits bestehende Projektpartnerschaften und Zusammenarbeiten mit Beratern, kantonalen Fachstellen, Produzenten, internationalen und nationalen Forschungseinrichtungen ausgebaut und gepflegt.

1. SOS: Schädlinge im Gemüsebau

1.1. Ausgangslage

Jährliche Projekteingabe und Priorisierung von Extension- und Lückenindikationsprojekten durch das Forum Forschung Gemüse (FFG).

- Projekte, die den Gemüsebau im Gewächshaus betreffen, sind in der Projektskizze 18.02.15.02.01 Green-Tech Effi abgebildet.
- Projekte betreffend phytopathogene Pilze und phytopathogene Bakterien, Phytoplasmen und Viren werden in separaten Projekten im SFF 5 bearbeitet. Betreffend Vektoren, die Krankheiten übertragen, wird projekt- und themenübergreifend zusammengearbeitet.

1.2. Problemstellung

Bearbeitung von akuten Praxisanliegen mit dem Ziel der Entwicklung von umsetzbaren und wirksamen Lösungen.

2. Populationsdynamik von Schadorganismen im Gemüsebau

2.1. Ausgangslage

Erfassung der Relevanz von Schadorganismen mit ihrem regionalen und zeitlichen Auftreten.

- Nutzung von Synergien, indem das Teilprojekt 2 „Populationsdynamik von Schadorganismen im Gemüsebau“ Informationen für die Teilprojekte 3 „Gemüsefliegen“ und 4 „Aufkommende Schädlinge“ liefert.
- Die Früherkennung von Krankheiten ist in einer separaten Projektskizze im SFF 5 abgebildet.

2.2. Problemstellung

Jährliche, jahreszeitliche und regionale Unterschiede im Auftreten von Schädlingen.

3. Gemüsefliegen

3.1. Ausgangslage

Die Bekämpfung diverser Gemüsefliegen wie Bohnenfliege (*Delia platura*), Chicoréeminierfliege (*Napomyza cichorii*), Kleine Kohlfleie (*Delia radicum*), Möhrenfliege (*Psila rosae*), Rübenfliege (*Pegomya betae*), Zwiebelfliege (*Delia antiqua*), ist in den Vordergrund gerückt, da die Bewilligungen für Pflanzenschutzmittel ausgelaufen sind oder zurückgezogen wurden.

- Nutzung von Synergien, indem das Teilprojekt 2 „Populationsdynamik von Schadorganismen im Gemüsebau“ Informationen zur Populationsdynamik für das Teilprojekt 3 „Gemüsefliegen“ liefert.

3.2. Problemstellung

Es fehlen anwendbare und bewilligte Möglichkeiten, um Gemüsefliegen bekämpfen zu können.

Bearbeitung der Fragestellungen im C-IPM Drittmittelprojekt „FlyIPM“.

4. Aufkommende Schädlinge

4.1. Ausgangslage

Der Begriff „aufkommende Schädlinge“ umfasst Schädlinge, die eingeschleppt wurden, wie die marmorierte Baumwanze *Halyomorpha halys*, die Reisswanze *Nezara viridula*, die Rübenmotte *Scrobipalpa ocellatella*, die Tomatenminiermotte *Tuta absoluta*, und weitere. Die ebenfalls eingeschleppte Kirschessigfliege *Drosophila suzukii* wird in einer separaten Projektskizze im SFF 5 bearbeitet. Zusätzlich umfasst der Begriff „aufkommende Schädlinge“ Schädlinge, die heimisch sind und aufgrund verschiedener Einflüsse aktuell ökonomisch relevanten Schaden verursachen, wie z.B. die Rapsminierfliege *Scaptomyza flava*.

- Nutzung von Synergien, indem das Teilprojekt 2 „Populationsdynamik von Schadorganismen im Gemüsebau“ Informationen zur Populationsdynamik für das Teilprojekt 4 „Aufkommende Schädlinge“ beisteuert.

4.2. Problemstellung

Für aufkommende Schädlinge gibt es keine Bekämpfungsmöglichkeiten.

5. Bodenbürtige Schädlinge

5.1. Ausgangslage

Der Begriff bodenbürtige Schädlinge umfasst verschiedene Schädlinge, deren Larvenentwicklung im Boden stattfindet, die sich von Pflanzenmaterial ernähren und dadurch Schaden anrichten. Dazu gehören zum Beispiel Drahtwürmer *Agriotes spp.*, Engerlinge *Melolontha melolontha* und Erdfloharlarven *Phyllotreta spp.*

5.2. Problemstellung

Für bodenbürtige Schädlinge fehlen Bekämpfungsmöglichkeiten.

6. Nematologie

6.1. Ausgangslage

Pflanzenparasitäre Nematoden (PPN) besitzen ein hohes Vermehrungspotenzial und ein breites Wirtspflanzenspektrum. Im intensiven Gemüseanbau treten u.a. durch den vermehrten Anbau anfälliger Kulturen immer wieder Schäden durch pflanzenparasitäre Nematoden auf.

6.2. Problemstellung

Das Fehlen von chemischen, synthetischen Nematiziden macht eine Bekämpfung schwierig. Um die Entwicklung pflanzenparasitärer Nematoden zu stoppen, sind genaue Kenntnisse über die involvierten Nematodenarten essenziell, um wirksame Massnahmen zur Regulierung zu entwickeln.

7. Beeren und andere Kulturen

7.1. Ausgangslage

Die Projektskizze 18.02.15.3.01 SwissBerry deckt die Anliegen und Bedürfnisse für Beeren und Medizinalkräuter ab. Es wird im Weiteren nicht mehr darauf eingegangen.

7.2. Problemstellung

Die Projektskizze 18.02.15.3.01 SwissBerry deckt die Anliegen und Bedürfnisse für Beeren und Medizinalkräuter ab. Es wird im Weiteren nicht mehr darauf eingegangen.

Ziele und Forschungsfragen

Der Anbau von Gemüse, Beeren und anderen Kulturen ist einem ständigen Wandel unterzogen. Zum Beispiel beeinflussen Extremwetterereignisse und Klimawandel, ständiger Wettbewerb mit der Konkurrenz aus dem In- und Ausland, Veränderungen der Anbaubedingungen, Veränderungen der Konsumentenwünsche, Veränderungen der politischen Rahmenbedingungen, Veränderungen der Bewilligung und Verfügbarkeit von Bekämpfungsmöglichkeiten, die unterschiedlichen Bedürfnisse der Produzenten.

Die Ziele und Forschungsfragen sind daher nach dem Motto „Wissen schaffen für die Praxis“ ausgerichtet, und beschäftigen sich hauptsächlich mit Praxisanliegen und weniger mit Grundlagenforschung. Um die Vielzahl an unterschiedlichsten Anliegen bearbeiten zu können, muss auf vorhandenes Wissen zurückgegriffen werden. Neben der Versuchstätigkeit haben der Zugriff und die Sichtung relevanter Literatur einen grossen Stellenwert.

1. SOS: Schädlinge im Gemüsebau

1.3. Ziele:

Bearbeitung aktueller und akuter Praxisanliegen zu Schädlingen im Gemüsebau.

1.4. Forschungsfragen:

- Welche Informationen sind notwendig, um die Symptome und den Schädling bekämpfen zu können?
- Wie kann eine Überwachung und Bekämpfung des Schädlings erfolgen?

2. Populationsdynamik von Schadorganismen im Gemüsebau

2.3. Ziele:

Bearbeitung des Praxisanliegens zum regionalen und zeitlichen Auftreten von Schadorganismen.

2.4. Forschungsfragen:

- Wie ist das Auftreten verschiedener Schadorganismen im Gemüsebau und wie können sie überwacht werden?
- Wie kann die Information anwendungsorientiert aufbereitet und für den biologischen und integrierten Gemüseanbau nutzbar gemacht werden?

3. Gemüsefliegen

3.3. Ziele:

Bearbeitung des Praxisanliegens zur Bekämpfung und Überwachung verschiedener Gemüsefliegen.

3.4. Forschungsfragen:

- Welche Informationen sind notwendig, um die Symptome und den Schädling bekämpfen zu können?
- Wie kann eine Überwachung und Bekämpfung des Schädlings erfolgen?

4. Aufkommende Schädlinge

4.3. Ziele:

Bearbeitung des Praxisanliegens zur Überwachung und Bekämpfung von neuen Schädlingen, die entweder eingeschleppt wurden oder heimische Organismen, die neuerdings als Schädlinge auftreten.

4.4. Forschungsfragen:

- Welche Informationen sind notwendig, um die Symptome und den Schädling bekämpfen zu können?
- Wie kann eine Überwachung und Bekämpfung des Schädlings erfolgen?

5. Bodenbürtige Schädlinge

5.3. Ziele:

Bearbeitung des Praxisanliegens zur Überwachung und Bekämpfung bodenbürtiger Schädlinge (Arthropoden).

5.4. Forschungsfragen:

- Welche Informationen sind notwendig, um die Symptome und den Schädling bekämpfen zu können?
- Wie kann eine Überwachung und Bekämpfung des Schädlings erfolgen?

6. Nematologie

6.3. Ziele

Als Voraussetzung für erfolgreiche Strategien zur Regulierung von PPN muss eine entsprechende Diagnostik, basierend auf Standard- und molekularbiologischen Methoden, etabliert sein. Nur so können die in der Schweiz vorhandenen Quarantänenematoden und die wirtschaftlich bedeutenden Nematodenarten mit grossem Schadpotential erfasst, neu auftretende Arten entdeckt und Veränderungen in vorhandenen Populationen festgestellt werden. Molekulare Methoden werden sukzessive weiter etabliert, um den Zeit- und Ressourcenbedarf in der Nematodendiagnostik zu minimieren (Link zu 18.05.13.11.01_MolecularDiagnostics). Weiterhin werden neue Diagnostikprotokolle entwickelt, validiert und in der Diagnostik eingesetzt, um sie letztendlich als Methode in „EPPO Diagnostik Standards für Quarantänenematodenarten“ zu implementieren.

6.4. Forschungsfragen

Ausbau des nicht chemischen Pflanzenschutzes (NAP Pflanzenschutz 6.3.2.1): In den letzten Jahren wurden einige neue, biologische Nematizide auf der Basis von Mikroorganismen oder Pflanzenextrakten entwickelt und kommerzialisiert. Diese neuen Produkte sind nun interessant für die Schweizer Produzenten, da sie eine Reduktion von Nematodenschäden versprechen und dies ohne die Gefahr von Rückständen im Erntegut und unerwünschten Nebenwirkungen auf die Umwelt. Nicht alle diese Produkte sind jedoch für die Anwendung unter Schweizer Produktionsbedingungen geeignet bzw. wurde nicht für alle diese Produkte eine Wirkung für eine entsprechende Kombination von Kulturpflanze und Nematodenart belegt. Daher müssen zukünftig solche Verfahren/Produkte unter den entsprechenden Bedingungen geprüft, gegebenenfalls angepasst, und eine Einführung in die Praxis unterstützt werden, um eine nachhaltige Wirkung zu erzielen (in Kooperation mit FG 12.7 Extension Gemüsebau). Des Weiteren müssen neue, nicht chemische Alternativen auf ihre Kompatibilität mit anderen integrierten Verfahren zur Regulierung von PPN hin untersucht werden, um das Ziel 6.3.2.2 des NAP Pflanzenschutz zu erreichen, die Weiterentwicklung des integrierten Pflanzenschutzes.

7. Beeren und andere Kulturen

7.3. Ziele

Die Projektskizze 18.02.15.3.01 SwissBerry deckt die Anliegen und Bedürfnisse für Beeren und Medizinalkräuter ab.

7.4. Forschungsfragen

Die Projektskizze 18.02.15.3.01 SwissBerry deckt die Anliegen und Bedürfnisse für Beeren und Medizinalkräuter ab.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 5 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Die Teilprojekte 1-7 werden hinsichtlich den Anforderungen des Nationalen Aktionsplans Pflanzenschutzmittel bearbeitet. Ein Schwerpunkt liegt darauf, nicht-chemische Bekämpfungsmöglichkeiten zu erarbeiten, so dass der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln sowohl im Bio- wie auch im IP-Anbau reduziert werden kann. Dabei gilt es die vielfältigen Interaktionen im Agroökosystem ebenso zu berücksichtigen, wie die Optimierung der Techniken und Methoden, um möglichst risikoarme Gesamtstrategien zu entwickeln und vorbeugende, regulierende Massnahmen ergreifen zu können. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Erarbeitung von Bekämpfungsmassnahmen im Bio- und im IP-Anbau, um sogenannte Lückenindikationen zu schliessen.

Die an der Projektskizze zu Gemüse, Beeren und andere Kulturen / Schädlinge (Insekten, Milben, Nematoden) beteiligten Mitarbeitenden sind je nach Kultur und Schädling auch als Wirkungsexperten zur Beurteilung von Pflanzenschutzmitteln tätig. Dadurch profitiert die Projektskizze zur Beurteilung von Pflanzenschutzmitteln (O. Daniel, SFF 5) von angewandtem und profundem Experten- und Fachwissen aus dem Anbau von Gemüse, Beeren und anderen Kulturen, der Schädlingsbekämpfung (Insekten, Milben, Nematoden), ebenso wie zum Einsatz von Makroorganismen.

1. SOS: Schädlinge im Gemüsebau

1.5. Konkreter Beitrag zum SFF 5

Das Teilprojekt „SOS: Schädlinge im Gemüsebau“ ist im SFF 5 mit den Projektskizzen zu „Gemüse, Beeren und andere Kulturen / Pilzkrankheiten“ (M. Jermini, V. Michel) und „Gemüse, Beeren und andere Kulturen/

Bakterien, Phytoplasmen, Viren“ (R. Neuweiler, O. Schumpp) verknüpft. Weiterhin liefert das Teilprojekt einen konkreten Beitrag zu den folgenden Forschungsfragen im SFF 5:

- Forschungsfrage 1 Kenntnisse der Grundlagen.
- Forschungsfrage 2 Alternativen zu chemischen PSM.
- Forschungsfrage 3 Techniken und Methoden zur Reduktion der Risiken des chemischen PS.
- Forschungsfrage 4 Risikoärmere Gesamtstrategie (best practise).
- Forschungsfrage 5 Expertise für Zulassung von PSM.
- Forschungsfrage 6 Diagnose und Prävention.

2. Populationsdynamik von Schadorganismen im Gemüsebau

2.5. Konkreter Beitrag zum SFF 5

Das Teilprojekt „Populationsdynamik von Schadorganismen im Gemüsebau“ ist im SFF 5 mit den Projektskizzen zu „Gemüse, Beeren und andere Kulturen / Pilzkrankheiten“ (M. Jermini, V. Michel) und „Gemüse, Beeren und andere Kulturen / Bakterien, Phytoplasmen, Viren“ (R. Neuweiler, O. Schumpp) verknüpft.

Weiterhin liefert das Teilprojekt einen konkreten Beitrag zu den folgenden Forschungsfragen im SFF 5:

- Forschungsfrage 1 Kenntnisse der Grundlagen.
- Forschungsfrage 2 Alternativen zu chemischen PSM.
- Forschungsfrage 3 Techniken und Methoden zur Reduktion der Risiken des chemischen PS.
- Forschungsfrage 4 Risikoärmere Gesamtstrategie (best practise).
- Forschungsfrage 5 Expertise für Zulassung von PSM.
- Forschungsfrage 6 Diagnose und Prävention.

3. Gemüsefliegen

3.5. Konkreter Beitrag zum SFF 5

Das Teilprojekt „Gemüsefliegen“ ist im SFF 5 mit keiner Projektskizze verknüpft, da Gemüsefliegen wie die Kleine Kohlfliege in der Schweiz z.B. im Raps nicht als Schädlinge angesehen werden.

Das Teilprojekt liefert einen konkreten Beitrag zu den folgenden Forschungsfragen im SFF5:

- Forschungsfrage 1 Kenntnisse der Grundlagen.
- Forschungsfrage 2 Alternativen zu chemischen PSM.
- Forschungsfrage 3 Techniken und Methoden zur Reduktion der Risiken des chemischen PS.
- Forschungsfrage 4 Risikoärmere Gesamtstrategie (best practise).
- Forschungsfrage 5 Expertise für Zulassung von PSM.
- Forschungsfrage 6 Diagnose und Prävention.

4. Aufkommende Schädlinge

4.5. Konkreter Beitrag zum SFF 5

Das Teilprojekt „Aufkommende Schädlinge“ ist im SFF 5 mit den Projektskizzen zu „Obst / Schädlinge (Insekten)“ (D. Mazzi, N.N.), „Ackerbau, Grünland / Schädlinge (Insekten, Nematoden)“ (T. Steinger, G. Grabenweger) und „Weinbau / Schädlinge“ (P. Kehrli, C. Linder) verknüpft.

Das Teilprojekt liefert einen konkreten Beitrag zu den folgenden Forschungsfragen im SFF5:

- Forschungsfrage 1 Kenntnisse der Grundlagen.
- Forschungsfrage 2 Alternativen zu chemischen PSM.
- Forschungsfrage 3 Techniken und Methoden zur Reduktion der Risiken des chemischen PS.
- Forschungsfrage 4 Risikoärmere Gesamtstrategie (best practise).
- Forschungsfrage 5 Expertise für Zulassung von PSM.
- Forschungsfrage 6 Diagnose und Prävention.

5. Bodenbürtige Schädlinge

5.5. Konkreter Beitrag zum SFF 5

Das Teilprojekt „Bodenbürtige Schädlinge“ ist im SFF 5 mit der Projektskizze zu „Ackerbau, Grünland / Schädlinge (Insekten, Nematoden)“ (T. Steinger, G. Grabenweger) verknüpft.

Das Teilprojekt liefert einen konkreten Beitrag zu den folgenden Forschungsfragen im SFF5:

- Forschungsfrage 1 Kenntnisse der Grundlagen.
- Forschungsfrage 2 Alternativen zu chemischen PSM.
- Forschungsfrage 3 Techniken und Methoden zur Reduktion der Risiken des chemischen PS.
- Forschungsfrage 4 Risikoärmere Gesamtstrategie (best practise).
- Forschungsfrage 5 Expertise für Zulassung von PSM.
- Forschungsfrage 6 Diagnose und Prävention.

6. Nematologie

6.5. Konkreter Beitrag zum SFF 5

- Forschungsfrage „Diagnose und Prävention“: Die Diagnostik von Quarantäne- und Qualitätsschädlingen mit morphologischen und molekularbiologischen Methoden bildet die Basis für eine Verhinderung von Schäden bzw. wirtschaftlichen Verlusten durch PPN. Dazu müssen stets die neuesten Methoden nach

EPPO und ICPP Standards implementiert, bzw. neue, bessere Methoden zur Detektion und Identifikation entwickelt und eingesetzt werden.

- Forschungsfrage „Alternativen zum chemischen Pflanzenschutz“: Die wirksamste Regulierungsmassnahme ist, neben dem Einsatz resistenter Sorten und Nicht-Wirtspflanzen, der Einsatz biologischer Nematizide. Zur Unterstützung können aber auch neue chemische Wirkstoffe mit akzeptablem Umweltprofil hinzugezogen werden, um kurzfristig wirtschaftliche Schäden zu vermeiden. Die nicht-chemische Bekämpfung hat auch in der Schweiz in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen und diese alternative Bekämpfungsstrategie muss für den Einsatz zum Schutz wichtiger Kulturen entsprechend geprüft und Anwendungsempfehlungen erarbeitet werden. Im Gegensatz zu chemisch-synthetischen Nematiziden ist der Beratungsaufwand bei biologischen Pflanzenschutz jedoch deutlich höher, um die gewünschte Regulierung von PPN zu erzielen.

7. Beeren und andere Kulturen

7.5. Konkreter Beitrag zum SFF 5

Das Teilprojekt „Beeren und andere Kulturen“ ist mit den Teilprojekten des Projektes Gemüse, Beeren und andere Kulturen / Schädlinge (Insekten, Milben, Nematoden) verknüpft. Die Projektskizze zu diesem Teilprojekt ist separat dem SFF 2 zugeordnet.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 2:

Die Projektskizze „Gemüse, Beeren und andere Kulturen / Schädlinge (Insekten, Milben, Nematoden)“ ist mit dem SFF 2 verknüpft, und verweist auf Projektskizzen aus dem SFF 2:

- Gewächshausgemüse: 18.02.15.02.01 GreenTech Effi
- Beeren: 18.02.15.3.01 SwissBerry
- Medizinalpflanzen: 18.02.15.3.01 SwissBerry

Weiterhin liefert die Projektskizze „Gemüse, Beeren und andere Kulturen / Schädlinge (Insekten, Milben, Nematoden)“ einen konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen 3, 4, 5 und 6 des SFF 2.

Verschiedene Anbausysteme, Produktionsprozesse und Standorte können sich unterschiedlich auf das Agrarökosystem und somit auch auf den Schädlingsbefall auswirken. Eine entscheidende Rolle für die pflanzliche Gesundheit spielt ausserdem der Boden.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Alle Ergebnisse und Erkenntnisse sind für den biologischen und integrierten Anbau anwendbar:

1. SOS: Schädlinge im Gemüsebau
 - 1.6. Hauptnutzen für den Biolandbau
Im FFG werden auch Projekte für den Biolandbau priorisiert.
2. Populationsdynamik von Schadorganismen im Gemüsebau
 - 2.6. Hauptnutzen für den Biolandbau
Das Wissen über die Populationsdynamik von Schädlingen ist auch im Biolandbau essentiell.
3. Gemüsefliegen
 - 3.6. Hauptnutzen für den Biolandbau
Gemüsefliegen stellen den Biolandbau ebenso vor Herausforderungen wie den integrierten Anbau. Verfahren, die Biolandbau-Richtlinien befolgen, werden in die Versuchstätigkeit einbezogen.
4. Aufkommende Schädlinge
 - 4.6. Hauptnutzen für den Biolandbau
Aufkommende Schädlinge stellen den Biolandbau ebenso vor neue Herausforderungen wie den integrierten Anbau. Verfahren, die Biolandbau-Richtlinien befolgen, werden in die Versuchstätigkeit einbezogen.
5. Bodenbürtige Schädlinge
 - 5.6. Hauptnutzen für den Biolandbau
Bodenbürtige Schädlinge stellen den Biolandbau ebenso vor neue Herausforderungen wie den integrierten Anbau. Verfahren, die Biolandbau-Richtlinien befolgen, werden in die Versuchstätigkeit einbezogen.
6. Nematologie
 - 6.6. Hauptnutzen für den Biolandbau
Biobetriebe, insbesondere im Bereiche des geschützten Anbaus, haben wenige Möglichkeiten einer direkten Bekämpfung von PPN im Gemüsebau. Ein Grossteil der Forschungsarbeiten zur Regulierung von PPN kann sowohl im integrierten als auch im Bioanbau zur Anwendung kommen
7. Beeren und andere Kulturen
 - 7.6. Hauptnutzen für den Biolandbau
Die Projektskizze 18.02.15.3.01 SwissBerry deckt die Anliegen und Bedürfnisse für Beeren und Medizinalkräuter ab.

Material und Methoden (grob skizziert)

1. SOS: Schädlinge im Gemüsebau

1.7. Material und Methoden

Jährlich stattfindender Prozess, der von den beteiligten Forschungsgruppen von Agroscope gemeinsam mit Branchenvertretern bearbeitet, organisiert und durchgeführt wird. Direkter Ansprechpartner ist die Schweizerische Zentralstelle für Gemüse und Spezialkulturen SZG.

Zeitlicher Ablauf innerhalb von 12 Monaten:

SEP	OKT	NOV	DEZ	JAN	FEB	MRZ - SEP
Eingabefrist Projektanliegen	Sichtung der Projekte	Treffen des FFG. Beschluss und endgültige Projektpriorisierung der neuen Projekte	Erstellung der Projektskizzen		Eingabe Projektskizzen	Bearbeitung der Projekte
	Eingabefrist Projektbericht	Treffen des FFG. Besprechung der Projektberichte und Beschluss.				

2. Populationsdynamik von Schadorganismen im Gemüsebau

2.7. Material und Methoden

Während der Vegetationsperiode werden in regelmässigen Abständen visuelle Kulturkontrollen auf Schadorganismen durchgeführt, verschiedene Fallentypen und Fallen für wichtige Schädlinge unterhalten und regelmässig ausgewertet. Neben den von Agroscope betreuten Standorten werden weitere Standorte von Vertretern der kantonalen Fachstellen für Gemüsebau betreut. Die Daten werden an Agroscope weitergeleitet, von Agroscope aufbereitet und Informationen zum aktuellen Entwicklungsstand mit der Gemüsebau Info (GBI) verbreitet. Diese Grundlage dient den Produzenten dazu, den integrierten Pflanzenschutz im Gemüsebau umzusetzen und ist ein Anliegen und elementarer Bestandteil des Nationalen Aktionsplans Pflanzenschutzmittel.

3. Gemüesefliegen

3.7. Material und Methoden

Es wird mit Praxisvertretern und kantonalen Fachstellen zusammengearbeitet, die ein Interesse an der Bekämpfung verschiedener Gemüesefliegen haben.

Im C-IPM Drittmittelprojekt FlyIPM arbeiten europäische Forschungseinrichtungen zusammen, um Gemüesefliegen integriert bekämpfen zu können:

<https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/themen/pflanzenbau/pflanzenschutz/flyipm.html>

4. Aufkommende Schädlinge

4.7. Material und Methoden

Zusammenstellung von Informationsmaterial zu den jeweiligen aufkommenden Schädlingen, ebenso wie Überwachung, um die Verbreitung und dadurch das Schadpotenzial regional begrenzt oder für die gesamte Schweiz abschätzen zu können. Durch diese Informationen sollen angepasste Bekämpfungsmöglichkeiten getestet und auf ihre Anwendbarkeit evaluiert werden.

5. Bodenbürtige Schädlinge

5.7. Material und Methoden

Drahtwürmer: Falls vorhanden werden Bekämpfungsmöglichkeiten aus dem Ackerbau (-> Projektskizze Ackerbau, Gründland / Schädlinge) auf ihre Anwendbarkeit im Gemüsebau getestet.

Erdflöhe: Sichtung der Mykothek der FG 16.7, um einen entomopathogenen Pilz zu finden, der gegen Erdflöhe virulent ist. Durchführung von Virulenztests im Labor und entsprechende Untersuchungen im Feld mit adulten Erdflöhen und wenn möglich Erdflöharven (Zusammenarbeit FG 16.7 und FG Extension Gemüsebau).

6. Nematologie

6.7. Material und Methoden

M&M sind durch die EPPO Standards beschrieben und werden angewendet.

7. Beeren und andere Kulturen

7.7. Material und Methoden

Die Projektskizze 18.02.15.3.01 SwissBerry deckt die Anliegen und Bedürfnisse für Beeren und Medizinalkräuter ab. Sowohl Forumstätigkeiten und Lückenindikationsprojekte in Beeren und Medizinalpflanzen werden von der Forschungsgruppe Beeren- und Medizinalpflanzen (Agroscope Conthey) bearbeitet und sind in der Projektskizze 18.02.15.3.01 SwissBerry abgebildet.

1. SOS: Schädlinge im Gemüsebau
 - 1.8. Literatur
 - Vogler U. & Neuweiler R. (2017). The Needs of Swiss Vegetable Producers – the Vegetable Production Extension Team in Switzerland. IOBC-WPRS WG Integrated Protection in Field Vegetables Meeting 2017 in Switzerland.
2. Populationsdynamik von Schadorganismen im Gemüsebau
 - 2.8. Literatur
 - Gemüsebau Info:
<https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/de/home/themen/pflanzenbau/gemuesebau/gemuesebau-info.html>
3. Gemüsefliegen
 - 3.8. Literatur

Die aktuelle Literatur zu der kleinen Kohlflye und der Möhrenflye wurde im C-IPM-Projektantrag FlyIPM zusammengestellt.

 - 3.8.1. Kleine Kohlflye:
 - Schmon R., Sauer C., Vogler U. (2014). Die Kleine Kohlflye. Gartenbau Profi.
 - Vogler U., Schmon R., Jänsch M., Heller W. (2014). The cabbage root fly *Delia radicum* (Diptera: Anthomyiidae) and downy mildew *Peronospora parasitica* (Oomycete: Peronosporales) in the vegetable brassica-oilseed rape agroecosystem. IOBC-WPRS Bulletin.
 - Vogler U. & Szikora T. (accepted). A vegetable brassica based diet to test individual traits to control the cabbage root fly. IOBC-WPRS WG Integrated Protection in Field Vegetables Meeting 2017 in Switzerland.
 - 3.8.2. Möhrenflye:
 - Krauss J., Sauer C., Vogler U. (2012). Strategien zur Bekämpfung der Möhrenflye in Karotten. Gemüsebau Info.
 - Sauer C., Degen T., Krauss J., Vogler U., Fischer S. (2012). Grundlagen für die Bekämpfung der Möhrenflye. Gemüsebau Info.
 - Sauer C. (2017). Possible impacts of climate change on carrot fly's population dynamics in Switzerland. IOBC-WPRS WG Integrated Protection in Field Vegetables Meeting 2017 in Switzerland.
 - Vogler U. (2012). Pyrethroide bleiben wichtig in der Möhrenflyenbekämpfung. Gemüsebau Info.
4. Aufkommende Schädlinge
 - 4.8. Literatur
 - Fischer S. & Sauer C. (2010). Die Tomatenminiermotte (*Tuta absoluta*): Ergebnisse des Jahres 2010. Gemüsebau Info.
 - Sauer C. (2012). Die Marmorierte Baumwanze tritt neu im Deutschschweizer Gemüsebau auf. Gemüsebau Info.
 - Vogler U. (2011). Die Rapsminierflye: Ein alter und doch aktueller Schädling in Kohlkulturen. Der Gemüsebau / Le Maraîchère.
5. Bodenbürtige Schädlinge
 - 5.8. Literatur
 - Balmelli A., Sauer C., Vogler U. (2011). Springschwänze (Collembola). Agroscope Merkblatt.
 - Fährndrich S., Vogler U., Kölliker-Ott U. (2011). Drahtwürmer – Möglichkeiten der Regulierung. Agroscope Merkblatt.
 - Oelhafen A. & Vogler U. (2014). Erdflöhe an Kreuzblütlern (*Phyllotreta* spp., Coleoptera: Chrysomelidae). Agroscope Merkblatt.
6. Nematologie im Gemüsebau
 - 6.8. Literatur
 - Eder R., Roth I., Kiewnick S. (2017). Nematoden im Schweizer Freilandgemüsebau. ALVA Jahrestagung.
 - Eder R., Michel V., Kiewnick S. (2014). Regulierung von Meloidogyne spp. mit Dampf. Journal für Kulturpflanzen.
7. Beeren und andere Kulturen
 - 7.8. Literatur

Die Projektskizze 18.02.15.3.01 SwissBerry deckt die Anliegen und Bedürfnisse für Beeren und Medizinalkräuter ab.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

In Gemüse, Beeren und anderen Kulturen hat die Bekämpfung von Schädlingen einen hohen Stellenwert, um den Ertrag zu sichern. In den Teilprojekten „SOS: Schädlinge im Gemüsebau“, „Populationsdynamik von Schädlingen im Gemüsebau“, „Gemüsefliegen“, „Aufkommende Schädlinge“, „Bodenbürtige Schädlinge“, „Nematologie“ und „Beeren und andere Kulturen“ werden Fragestellungen bearbeitet, um den Schutz der Kulturen gegen Schädlinge wie Insekten, Milben, Nematoden im Bio- und integrierten Anbau gewährleisten zu können.

In hochwertigen Kulturen wie Gemüse, Beeren und anderen Kulturen hat die Bekämpfung von Schädlingen einen hohen Stellenwert, um den nachhaltigen Anbau und den Ertrag zu sichern. In den Teilprojekten „SOS: Schädlinge im Gemüsebau“, „Populationsdynamik von Schädlingen im Gemüsebau“, „Gemüsefliegen“, „Aufkommende Schädlinge“, „Bodenbürtige Schädlinge“, „Nematologie“ und „Beeren und andere Kulturen“ werden unterschiedliche Fragestellungen bearbeitet, um den Schutz der Kulturen gegen Schädlinge wie Insekten, Milben, Nematoden im Bio- und integrierten Anbau gewährleisten zu können.

Genehmigung des Projektes

Datum: 31.10.2017	Visum FGL: nere
Datum: 14.09.2017	Visum FBL / KBL: kewi
Datum: 31.10.2017	Visum V SFF: Gaaa



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.05.12.07.03

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

vegberryviphybac

Nr. Bereich.

12

KB PPP

Nr. Gruppe

12.70

Extension Gemüsebau

Projektleitung/Stellvertretung

Reto Neuweiler / Olivier Schumpp

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeits- tage ohne Drittmittel	896
Beitrag zu SFF	5
Beitrag zu weitem SFF	2

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	Factsheets N° 3 und 6 Anliegen N°: 1.24, 1.34, 5.3, 5.4, 6.2, 9.20, 9.21, 9.22, 9.23, 12.35, 12.36, 12.38, 12.40, 12.41, 12.42, 12.43, 12.44, 12.45, 12.47, 12.48, 12.51, 12.52, 12.53, 12.54, 12.55, 12.57, 12.58, 12.61, 12.62, 12.63, 12.64, 12.65, 12.66, 12.67, 12.68, 12.69, 12.70, 12.7, 12.71, 12.73, 12.94, 12.98, 13.123, 13.52, 13.6, 18.108, 18.115, 18.119, 18.120, 18.134, 18.135, 18.136, 18.138, 18.22, 23.12, 23.35, 23.46, 28.70, 28.78
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

**Nachhaltige Bekämpfung von Viren, Phytoplasmen und Bakterien im
Anbau von Gemüse, Beeren und anderen Spezialkulturen**

Viren, Phytoplasmen und Bakterien bei Gemüse und Beeren

Biocontrol of viroses, phytoplasma and bacteria in vegetables, berries and other crops

**Viruses, phytoplasma, bacteria, vector, diagnostics, detection, identification, eradication, control,
seed disinfection, propagation, nursery, antagonist, vegetable, berries**

Ausgangslage und Problemstellung

In Gemüse- und Beerenkulturen kann ein Befall durch Viren, Phytoplasmen und Bakterien zu erheblichen Ernteaussfällen führen, die häufig mit einer Verminderung der Produktequalität im Zusammenhang stehen. Das Auftreten dieser Schad-
erregers variiert von Jahr zu Jahr und auch regional stark.

2016 verursachte der Carrot red leaf virus (CtRLV) in den ersten Schweizer Karottenfeldern erhebliche Schäden. Dieser
im Diagnoselabor von Agroscope identifizierte Virus wird von der Gierschblattlaus (*Cavariella aegopodii*) übertragen.
Aktuell stellt sich die Frage, wie weit die Ausbreitung dieser Viruskrankheit durch die konsequente Bekämpfung ihres
Vektors verhindert werden kann. Im Gewächshausanbau stellen verschiedene Viren eine Bedrohung für Solanaceae
(PepMV, TSWV etc.) und Cucurbitaceae (CMV, ZYMV, WMMV etc.) dar.

Im Beerenanbau verursachen verschiedene erst zum Teil identifizierte Viren insbesondere bei Rubus-Arten in steigen-
dem Masse Ernteaussfälle und Qualitätseinbussen. Bei Erdbeeren darf die Bakterienkrankheit *Xanthomonas fragariae*
hinsichtlich ihres Schädspotenzials nicht unterschätzt werden.

Bei Kohlarten ist ein Befall durch *Xanthomonas campestris* mit schwerwiegenden Ernteeinbussen verbunden. Bei der Verbreitung dieser Bakterienkrankheit spielen das Saatgut und die Jungpflanzen eine grosse Rolle. Ausserdem stellt sich im Hinblick auf die Überdauerung dieser Bakterienkrankheit innerhalb der Fruchtfolge die Frage, welche Bedeutung botanisch nahe verwandte Unkrautarten als mögliche Wirtspflanzen haben.

In traditionellen Anbaugebieten für Randen tritt in steigendem Masse *Streptomyces scabies* auf. Diese Bakterienkrankheit führt zur Schorfbildung auf der Knolle und beeinträchtigt auf diese Weise deren Vermarktungsfähigkeit. Aus der Sicht der Gemüsebaupraxis stellt sich die Frage, wie weit dieser bodenbürtigen Bakterienkrankheit durch den Einsatz und die Förderung von Antagonisten entgegengewirkt werden kann.

Agrobacterium rhizogenes verursacht in steigendem Masse Schäden in Hydrokulturen von Solanaceae und Cucurbitaceae. In einem Drittmittelprojekt werden derzeit Bekämpfungsmassnahmen basierend auf vorbeugenden Massnahmen und dem Einsatz von Antagonisten gegen diesen Schaderreger entwickelt (vgl. 18.02.15.2.01 GreenTechEffi). Aufgrund der oben beschriebenen Probleme mit Viren, Phytoplasmen und Bakterien ergeben sich die folgenden forschungsmässig zu bearbeitenden Problemstellungen:

- 1.) Diagnostik: Damit gezielte Bekämpfungsmassnahmen ergriffen werden können, ist die frühzeitige Detektion und Identifizierung der Krankheitserreger grundlegend. Dies erfordert eine vertiefte Fachkompetenz und den Zugang zu modernen Diagnostikmethoden. Nur so kann die Ausbreitung von neuen Krankheitserregern durch Tilgungsmassnahmen frühzeitig unterbunden werden. Von der FG 16.6 "Virologie und Phytoplasmaologie" aktuell forschungsmässig bearbeitet werden: Phytoplasmosen bei Rubus-Arten (Bsp. Rubus stunt), der Quarantäneorganismus *Xanthomonas fragariae* bei Erdbeeren sowie *Ralstonia solanacearum* (ebenfalls Quarantäneorganismus), die neben Rosen vor allem Tomaten und Kartoffeln befällt. Bei Virose laufen bei Solanaceae Untersuchungen zum TSWV, PSTVd (Quarantäneorganismus) und PepMV, zu welchem Agroscope das Bewilligungsverfahren eines subvirulenten Stammes begleitet.
- 2.) Vektoren: Bei Virose und Phytoplasmosen sowie zum Teil auch bei Bakteriosen tragen Insekten und andere Organismen als Vektoren wesentlich zur Weiterverbreitung bei. Die Kenntnis dieser Zusammenhänge ist Grundvoraussetzung dafür, dass die richtigen vorbeugenden Massnahmen zur Verhinderung der Krankheitsausbreitung ergriffen werden können, insbesondere wenn es darum geht, neue Krankheitserreger einzudämmen (vgl. 18.05.12.7.02 Pest*IPM).
- 3.) Saatgut und Jungpflanzen: Bei der Übertragung und Verbreitung spielen das Saatgut und die Jungpflanzen eine entscheidende Rolle. Das Vermehrungsmaterial muss daher frei von phytopathogenen Viren, Phytoplasmen und Bakterien sein, damit diese Krankheitserreger nicht bereits zu Kulturbeginn in die Anbauflächen gelangen. Vermehrungsbetriebe sind auf praktikable Desinfektionsmethoden angewiesen, mit denen das Basisvermehrungsmaterial pathogenfrei gehalten bzw. saniert werden kann (vgl. 18.03.12.1.02 Saatgutqualität).
- 4.) Antagonisten: Einige Bakteriosen sowie vereinzelt auch Virose und Phytoplasmosen (in Vektoren) überdauern im Boden und können sich somit zu Fruchtfolgeproblemen aufbauen. Es stellt sich daher die Frage, wie weit diesen durch vorbeugende Kulturmassnahmen sowie die Ansiedelung und Förderung von Antagonisten entgegen gewirkt werden kann, wie sie bislang vor allem gegen bodenbürtige Pilze zur Anwendung kommen (vgl. 18.05.16.3.01 KrankGem BeKräu, 18.02.15.2.01 GreenTechEffi, 18.02.15.3.01 SwissBerry, 18.02.15.3.02 PlantMed).

Ziele und Forschungsfragen

Im Gemüse- und Beerenanbau erfüllen die zuständigen Forschungsforen eine wichtige Aufgabe bei der Erhebung und Priorisierung von Anbau- und Pflanzenschutzproblemen in der Praxis. Die Auswahl und Festlegung der zu bearbeitenden Schaderreger erfolgt daher im Dialog mit diesen Stakeholdergremien. Für die zu bearbeitenden Problemstellungen stehen die folgenden Themengefässe zur Verfügung:

- 1a.) Anwendung und Weiterentwicklung von bestehenden Diagnosemethoden zum Nachweis von neu auftretenden und schwer identifizierbaren phytopathogenen Viren und Phytoplasmen.
- 1b.) Identifikation von schwer diagnostizierbaren Bakterienkrankheiten im internationalen Fachaustausch.
- 1c.) Verhinderung der Ausbreitung von neuen Krankheitserregern dank Früherkennung und rechtzeitigem Ergreifen von Sanierungsmassnahmen.
- 2.) Durchführung von Literaturrecherchen und eigenen Untersuchungen zur Gewinnung von Informationen betreffend Übertragungsmechanismen und Vektoren von phytopathogenen Viren, Phytoplasmen und Bakterien. Ebenfalls recherchiert wird hinsichtlich der Bedeutung von anderen Wirtspflanzen (andere Kulturarten, Unkräuter, sogenannte resistente Sorten) bei der Überdauerung innerhalb der Fruchtfolge (Bsp. Kohlhernie) oder als externe Befallsreservoirs (Bsp. TSWV, CMV).
- 3.) Weiterentwicklung und Prüfung von Desinfektionsmethoden zur Eliminierung von Viren, Phytoplasmen und Bakterien in Saatgut und anderem Vermehrungsmaterial.
- 4.) Entwicklung und Optimierung der Anwendung von vorbeugenden Kulturmassnahmen und Antagonisten zur Reduktion des Befallsdruckes von wirtschaftlich bedeutenden bodenbürtigen Virose, Phytoplasmosen und Bakteriosen.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 5 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Forschungsfrage 1: Kenntnis der Grundlagen => Die Kenntnis der Übertragungsmechanismen, Vektoren und Wirtspflanzen von phytopathogenen Viren, Phytoplasmen und Bakterien erlaubt eine gezielte Ergreifung von vorbeugenden Massnahmen. Qualitäts- und Ertragseinbussen können in Grenzen gehalten werden.

Forschungsfrage 2: Alternativen zu chemischen PSM => Die Regulierung von bodenbürtigen Krankheitserregern mit Antagonisten trägt zur Verringerung von Ernteaufällen bei, so dass die Anbauflächen der einzelnen Kulturen und damit verbunden auch der Gesamteinsatz von PSM reduziert werden können.

Forschungsfrage 6: Diagnose und Prävention => Die frühzeitige Detektion und Identifikation von phytopathogenen Erregern erlaubt eine gezielte Ergreifung von Bekämpfungsmassnahmen.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 2: Forschungsfrage 2: Wirtschaftlichkeit des Nutzpflanzenbaus => Indem vorbeugende Kulturmassnahmen (gesundes Vermehrungsmaterial, Einsatz von Antagonisten etc.) ergriffen werden, können Ernteaufälle verhindert, die Produktequalität und Ertragssicherheit erhöht und die Wirtschaftlichkeit und Konkurrenzfähigkeit des Schweizer Gemüse- und Beerenanbaus verbessert werden.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Auch im Biolandbau können Viren, Phytoplasmen und Bakterien schwerwiegende Ernteaufälle verursachen. Die rechtzeitige Detektion und Identifikation von neuen Schaderregern aus dieser Gruppe sind Grundvoraussetzung für die Verhinderung von deren weiteren Ausbreitung und für die Schadensbegrenzung. Neue Erkenntnisse hinsichtlich der Übertragungsmechanismen und Vektoren, der Pathogenfreimachung von Vermehrungsmaterial sowie nicht-chemischer Bekämpfungsmethoden (Antagonisten) können auch im Biolandbau nutzenbringend umgesetzt werden.

Material und Methoden (grob skizziert)

- 1.) Die forschungsmässig zu bearbeitenden Virosen, Phytoplasmosen oder Bakteriosen werden im Projektverlauf unter Berücksichtigung der Befallssituation und der wirtschaftlichen Bedeutung festgelegt. Die Entscheidungsfindung erfolgt gemeinsam mit den zuständigen Forschungsforen (Forumsprozess).
- 2.) In Zusammenarbeit mit den regionalen Fachberatungsstellen wird die aktuelle Befallssituation von Virosen, Phytoplasmosen und Bakteriosen im Gemüse- und Beerenanbau sowie in anderen Kulturen überwacht. Zu diesem Zweck wird auch das überregionale Monitoringnetzwerk zur Erhebung der Epidemiologie und Populationsdynamik von wichtigen Schaderregern im Gemüsebau unter dem Aspekt des Klimawandels genutzt. Einsendung von visuell nicht identifizierbaren Verdachtsproben durch die kantonalen Fachstellen bzw. den APSD und EPSD.
- 3.) Die Forschungsgruppe Virologie und Phytoplasmologie stellt eine lückenlose Rückverfolgbarkeit der diagnostischen Analysen sicher (Datenbank, Sammlung von Mikroorganismen und infizierten Pflanzen). In der Diagnostik kommen überwiegend molekularbiologische Methoden zur Anwendung (end point PCR, nested PCR, Real-time PCR, Reverse Transcriptase PCR, stem loop PCR). Zudem werden Analysen mit Hilfe der Transmissionselektronenmikroskopie (T.E.M) und Tiefensequenzierung (Illumina, Pyrosequenzierung, PackBio, Bioinformatik) durchgeführt. Die angewandten Methoden werden im Rahmen von grossen Serien validiert. Im Falle des Auftretens von neuen Krankheitserregern, die mit den vorhandenen Diagnosemethoden nicht identifiziert werden können, wird auf internationaler Ebene nach Diagnosemöglichkeiten gesucht.
- 4.) Sofern es sich um neue Krankheitserger mit hohem Schadenspotenzial handelt, werden die zuständigen regionalen Beratungsstellen bei deren Eliminierung fachlich unterstützt.
- 5.) Fehlende Informationen zu Übertragungsmechanismen und Vektoren werden im Rahmen von Literaturrecherchen bzw. von eigenen Studien in Erfahrung gebracht, damit gezielt Massnahmen gegen die Weiterverschleppung ergriffen werden können.
- 6.) Es werden Abklärungen betreffend möglicher nicht-chemischer Methoden zur Pathogenfreimachung von Vermehrungsmaterial von wichtigen betroffenen Kulturarten gemacht (Bsp. Saatgut - thermische Verfahren).
- 7.) Im Rahmen von Untersuchungen unter kontrollierten Bedingungen ergänzt durch Versuche unter Praxisbedingungen wird die Anwendung von Antagonisten gegen bodenbürtige Schaderreger, insbesondere gegen Bakterienkrankheiten, geprüft und weiterentwickelt. Dabei wird auch der Einfluss der Anbautechnik und von vorbeugenden Kulturmassnahmen untersucht.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Gilli C. & Heller W., 2010: Die Bakterielle Tomatenwelke (*Clavibacter michiganensis* subsp. *michiganensis*)
Agroscope Merkblatt August 2010. 3 S.
- Schneller H., Rissler D., Zgraja G., Zunker M. Zimmermann O. Kost W., Latsch E. und Schrameyer K., 2016: Erster Nachweis von Aster-Yellows-Disease an Möhren (*Phytoplasma bedingte Möhrenröte*) und der Kleinzikade *Macrosteles sexnotatus* (Fallén 1806) in Deutschland - Monitoring und Diagnose. Journal für Kulturpflanzen 68 (10), 281-294.
- Sauer C. & Fischer S., 2016: Was hat die Zebra-Chip-Krankheit der Kartoffeln mit dem Karottenanbau zu tun?
Agroscope Merkblatt Nr. 45 / 2016. 3 S.

**Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)**

Phytopathogene Viren und Phytoplasmen sind nach erfolgter Infektion der Pflanze nicht mehr bekämpfbar. Auch Bakterienkrankheiten lassen sich in den Kulturen nur sehr schwer mit Pflanzenschutzmitteln unter Kontrolle halten. Die Hauptziele dieses Projektes liegen daher in der Entwicklung von nicht-chemischen Präventivmassnahmen, die sich zur Minderung des Risikos von schwerwiegenden Ausfällen durch diese Krankheitserreger im Gemüse- und Beerenanbau und anderen Spezialkulturen eignen.

Phytopathogene Viren, Phytoplasmen und Bakterien können im Gemüse- und Beerenanbau hohe Ernteaufälle verursachen. Nach erfolgter Infektion ist die direkte Bekämpfung von Viren und Phytoplasmen nicht möglich. Auch Bakterien lassen sich im Feld nicht allein mit Pflanzenschutzmitteln unter Kontrolle halten. In diesem Projekt werden Präventivmassnahmen gegen diese Schaderreger entwickelt. In einem nationalen Überwachungsnetzwerk ergänzt durch moderne, zuverlässige Diagnostikmethoden werden die Grundvoraussetzungen für die Früherkennung und das Studium der Verbreitungsmechanismen von Problemorganismen geschaffen. Dies ermöglicht deren frühzeitige Eliminierung. Ausserdem werden Methoden zur Pathogen-Freimachung von Vermehrungsmaterial und der Einsatz von Antagonisten gegen bodenbürtige Organismen geprüft.

Genehmigung des Projektes

Datum: 07.09.2017	Visum FGL: nere
Datum: 14.09.2017	Visum FBL / KBL: kewi
Datum: 29.10.2017	Visum V SFF: Gaaa



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.05.13.11.01

Kurzbegriff/Projektakronym (max. 20 Zeichen)

MolecularDiagnostics

Nr. Bereich.

13

Methodenentwicklung und Analytik

Nr. Gruppe

13.11

Molekulare Diagnostik, Genomik und Bioinformatik

Projektleitung/Stellvertretung

Jürg E Frey / Christian Ahrens

Projektdauer

4 Jahre

Projektstart

2018

Projektende

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	976
Beitrag zu SFF	5
Beitrag zu weitem SFF	16

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	SFF 5: 7.35; 9.22; 9.23 ; 12.55; 12.61; 18.135; 29.33; (13.36); (27.2); (28.91). SFF 16: 28.25; 28.32; 28.33; 28.34; 28.37; 28.43 ; 28.51; 29.10
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Entwicklung von Methoden für die molekulare Diagnostik und Epidemiologie von agronomisch relevanten Organismen

Methoden für die agronomische molekulare Diagnostik und Epidemiologie

Development of methods for molecular diagnostics and epidemiology of agronomically relevant organisms

Diagnostics, epidemiology, method development, pests, genes, genomes, sequencing, barcoding, nanopores

Ausgangslage und Problemstellung

Korrekte Identifikation von landwirtschaftlich relevanten Schädlingen und Krankheiten ist eine wesentliche Grundlage für einen erfolgreichen und nachhaltigen Pflanzenschutz. In diesem Projekt entwickeln wir molekulare Methoden zur raschen und zuverlässigen Identifikation und genetischen Charakterisierung von Quarantäneorganismen sowie von weiteren landwirtschaftlich relevanten Organismen. Es werden auch Analysemethoden bzw. analytische Pipelines entwickelt, um den neuesten Erkenntnissen entsprechende populationsgenetische und invasionsbiologische Datenauswertungen durchführen zu können. Die Ergebnisse aus diesen Analysen werden es ermöglichen, Faktoren zu verstehen, die für die Ausbreitung und Populationsgrösse wichtiger Schädlinge verantwortlich sind.

Wir verwenden Sanger, Next-Generation- und Nanoporen-Sequenzierung 1) für die de-novo Genomsequenzierung wichtiger pflanzenpathogener Bakterien, Viren und Nematoden, 2) für die Sequenzierung von Mitogenomen für eine verbesserte Diagnostik und für populationsgenetische Analysen, und 3) für die Sequenzierung von Metagenomen zur Untersuchung der Biodiversität in landwirtschaftlichen Habitaten. Basierend auf den Sequenzinformationen entwickeln wir spezifische diagnostische Tests und wir suchen nach Pathogenizitätsgenen. Die Kenntnis der Besonderheiten und Kombination solcher Gene ist eine wichtige Basis für die Weiterentwicklung von Pflanzenschutzstrategien.

Ziele und Forschungsfragen

Das übergeordnete Ziel ist eine verbesserte Diagnostik von landwirtschaftlich wichtigen Organismen. Die Verbesserungen zielen dabei in erster Linie auf einfache und zuverlässige Methoden für eine rasche Identifikation, idealerweise

für einen dezentralen Einsatz. Ebenso ist eine Charakterisierung relevanter Eigenschaften wichtig, zB Antibiotikaresistenz bei Mikroorganismen oder Pestizidresistenz bei Makroorganismen (Insekten, Nematoden, etc). Und schliesslich ist es für eine effiziente Strategie der Quarantänemassnahmen wichtig, Antworten auf invasionsbiologische Fragen wie die Herkunft und die Ausbreitungsdynamik zu erhalten. Aus diesen Zielen ergeben sich die zentralen Fragen des Projektes: Mit welchen Organismen haben wir es zu tun, welche agronomisch relevanten Eigenschaften haben sie, woher kommen sie und wie breiten sie sich aus?

Das Projekt gliedert sich in folgende Teilprojekte:

1) Nanoporen-basierte Diagnostik: Seit 15 Jahren ist das DNA-Barcoding, die Diagnostik auf der Basis von art-spezifischen Markergenen, die Standardmethode in unserem Labor. Die Methode nutzt bisher die Sanger Technologie, das entsprechende Sequenziergerät ist gross. Die Nanoporen-basierte Sequenzierung mit dem kleinen Minlon (Grösse 2x2x10cm) verspricht seit kurzem, dass eine entsprechende Diagnose auch vor Ort durchgeführt werden kann. Wir wollen diese neue Technologie soweit entwickeln, dass sie zuverlässig in unseren Labors und auch von geschultem Personal dezentral, zB am Flughafen, eingesetzt werden kann. Dazu müssen sowohl für die Laborabläufe als auch für die bioinformatische Datenanalyse neue Tools entwickelt werden. Die spezifischen Ziele dieses Teilprojektes sind die Entwicklung von einfachen und robusten Methoden der Probenaufbereitung und Sequenzanalyse und die Entwicklung von Referenzdatenbanken für die wichtigsten Organismen und der für die Datenanalyse notwendigen Pipelines für eine effiziente taxonomische Identifikation und die Diagnose spezieller Eigenschaften (zB Pestizid- oder Antibiotikaresistenzen), und für populationsgenetische und invasionsbiologische Fragestellungen.

2) LAMP Diagnostik: LAMP ist eine isotherme DNA-Amplifikationsmethode, die sehr spezifisch ist, d.h., dass sie praktisch keine falsch-positiven Reaktionen produziert. Die Inspektoren des EPSD setzen diese Methode seit zwei Jahren erfolgreich am Flughafen für rasche genetische vor-Ort Identifikationen von Insekten ein. Ziel dieses Teilprojektes ist die langfristige wissenschaftliche Betreuung der on-site Flughafendiagnostik und die Erweiterung der Liste der verfügbaren Tests.

3) Platform: Methodenentwicklung für die genetische Diagnostik von QO: Das Ziel dieses Teilprojektes ist die Entwicklung von genetischen Tests für weitere wichtige (Quarantäne-) Organismen. Dazu müssen Gen- bzw. Genomdaten etabliert werden, für entsprechende Markersequenzen müssen Primer designed werden und die Tests müssen optimiert und validiert werden. Beispiele für von uns erfolgreich entwickelte Methoden sind Taqman-Assays, high-resolution melting curve Analyse (HRM), QPCR und Allel-spezifische PCR (ASPCR).

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 5 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Im Rahmen dieses Projektes werden neue genetische Diagnosemethoden entwickelt, die eine rasche und Zuverlässige Identifikation und genetische Charakterisierung von Schad- und Nutzorganismen ermöglichen. Die Ergebnisse aus diesem Projekt betreffen hauptsächlich die Forschungsfrage „Diagnose und Prävention“, sie erweitern aber ebenso die „Kenntnis der Grundlagen“ und leisten einen Beitrag zu „risikoärmeren Gesamtstrategien“.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 16: Entwicklung einer ökonomischen Methode für die Analyse der Biodiversität von Wildbienen. Die Methode ist auf alle Lebewesen übertragbar.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Ein übergeordnetes Ziel des Projektes ist die Entwicklung von schnellen und zuverlässigen genetischen Tests für agronomisch relevante Organismen - die Methoden eignen sich also auch sehr gut für die Identifikation von für den Biolandbau wichtigen Nützlingen.

Material und Methoden (grob skizziert)

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Mit modernen genetischen Diagnosemethoden können nicht mehr nur zuverlässige Identifikationen von landwirtschaftlich wichtigen Organismen durchgeführt werden, sie ermöglichen darüber hinaus auch die genetische Charakterisierung von relevanten Eigenschaften, wie Antibiotikaresistenzen. In diesem Projekt werden solche Methoden für den Einsatz vor Ort entwickelt. Damit eröffnen sich neue Möglichkeiten für einen modernen Pflanzenschutz.

Korrekte Identifikation von landwirtschaftlich relevanten Schädlingen und Krankheiten ist eine wesentliche Grundlage für einen erfolgreichen und nachhaltigen Pflanzenschutz. In diesem Projekt werden neueste genetische Diagnosemethoden für eine schnelle und zuverlässige Identifikation von Schad- und Nutzorganismen vor Ort entwickelt. Die Methoden ermöglichen ausserdem eine genetische Charakterisierung, wie zum Beispiel das Vorhandensein von Antibiotikaresistenzen in Bakterien oder von Pestizidresistenzen in Arthropoden, und sie erlauben es sogar, die Herkunftsgebiete der Organismen einzugrenzen. Diese Informationen sind eine wichtige Basis für die Verhinderung der Einschleppung unerwünschter Organismen in die Schweiz sowie für die Weiterentwicklung von Pflanzenschutzstrategien.

Genehmigung des Projektes

Datum: 7.8.17	Visum FGL: frju
Datum: 30.10.2017	Visum FBL / KBL: Gaaa/jucr
Datum: 30.10.2017	Visum V SFF: Gaaa



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.05.16.01.01

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Obstpilze

Nr. Bereich.

16

Pflanzenschutz

Nr. Gruppe

16.1

**Phytopathologie und Zoologie Obst- und
Gemüsebau**

12.6

Extension Obstbau

Projektleitung/Stellvertretung

Florian Freimoser / Sarah Perren

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	1216
Beitrag zu SFF	5
Beitrag zu weiteren SFF	13, 2, 3

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	1.24; 4.22; 9.21; 9.7; 12.35; 12.38; 12.45; 12.51; 13.35; 13.36; 13.42; 13.54; 13.55; 14.12; 18.16; 18.108; 18.110; 18.118; 18.128; 18.132; 18.6; 23.15; 23.41; 23.65; 23.89; 27.1; 27.2; 28.1, 28.80
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Entwicklung neuer Pflanzenschutzstrategien gegen Pilzkrankheiten für einen nachhaltigeren und risikoärmeren Obstbau

Entwicklung neuer Strategien gegen Pilzkrankheiten im Obstbau

Development of new plant protection strategies against fungal diseases for sustainable and low-risk fruit production

Antagonisten, Apfel, Hefen, Kernobst, Kirschen, Lagerkrankheiten, Steinobst, *Marssonina*, Mehltau, *Monilinia*, Schorf

Ausgangslage und Problemstellung

Obstkulturen werden von einer Vielzahl von Pilzkrankheiten bedroht, welche die Produktivität und Qualität im Obstbau auf unterschiedliche Weise (z. B. reduzierte Photosyntheseleistung, Blüten- und Fruchtfäulen, vorzeitiger Fruchtfall) stark beeinträchtigen können. Aufgrund dieser grossen Vielfalt von Pilzkrankheiten und der hohen Ansprüchen des Handels und der Konsumenten an die innere und äussere Fruchtqualität erfordert der integrierte Obstbau in der Schweiz den regelmässigen Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und Pflegemassnahmen. Insbesondere der Kernobstbau ist bezüglich dem Einsatz von Fungiziden pro Fläche eine intensive Kultur (De Baan & Badertscher, 2016). Im Schweizer Kernobstbau besteht somit ein grosses Potential zur Weiterentwicklung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes hin zu risikoärmeren Anwendungen.

Konsumenten und Handel fordern Kern- und Steinobst, welches keine nachweisbaren Rückstände von Pflanzenschutzmitteln aufweist und möglichst ohne Risiko für Mensch und Umwelt produziert wird. Der Aktionsplan zur Risikoreduktion und nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln wurde durch den Bundesrat am 6.9.2017 verabschiedet. Oberziel ist eine Halbierung der heutigen Risiken für Mensch und Umwelt aus der Anwendungen von Pflanzenschutzmitteln; zudem soll die Anwendung von PSM nachhaltiger werden. Der Aktionsplan schlägt unter anderem

Forschung zur Entwicklung von Alternativen zum chemischen Pflanzenschutz und Weiterentwicklung des Integrierten Pflanzenschutzes vor.

Um die Forderungen des Aktionsplans, des Handels und der Konsumenten zu erfüllen, sind Obstproduzenten gefordert, ihre Kulturen mit Produkten und Methoden zu schützen, welche ein günstiges Risikoprofil bezüglich menschlicher Gesundheit und Umwelt haben. Dabei liegt die grosse Herausforderung bei der Fruchtqualität, der Ertragssicherheit und der Rentabilität. Erste Erhebungen von Agroscope in Pilotversuchen mit robusten Sorten, Totaleinnetzung, Verwirrung oder reduziertem Einsatz von chemisch-synthetischen Fungiziden zeigten, dass alternative Massnahmen häufig arbeitsaufwändiger, investitionsintensiver und mit erhöhtem Schadensrisiko verbunden sind (Gölles et al. 2015). Das heisst, dass für eine wirtschaftlich rentable Produktion entweder Kosten gesenkt und die Effizienz der neuen Methoden gesteigert, oder aber Mehraufwand und höheres Produktionsrisiko entschädigt, beziehungsweise Qualitätsansprüche gesenkt werden müssen. Die Produktion muss also alle Möglichkeiten zur Optimierung von Aufwand und Nutzen (z.B. praxistaugliche, risikoarme PS-Strategien) ausschöpfen. Dies erfordert, unter Einbindung der ganzen Obstbranche, die Entwicklung praxistauglicher, risikoarmer Pflanzenschutzstrategien im Kern- und Steinobstbau durch praxisnahe Forschung.

Das Ziel dieses Projekts zu Pilzkrankheiten im Obstbau ist es, kurz- und langfristige Möglichkeiten und Strategien für einen nachhaltigeren und risikoärmeren Pflanzenschutzmitteleinsatz zu testen und aufzuzeigen. In den Teilprojekten zu ausgewählten, relevanten Pilzkrankheiten werden unterschiedlichste Aspekte (z. B. Wirkmechanismen von Antagonisten oder Pflanzenschutzstrategien) im Labor, Gewächshaus und Feld untersucht.

Ziele und Forschungsfragen

Dieses Projekt umfasst alle Agroscope Forschungs-Aktivitäten zu Pilzkrankheiten im Obstbau und beinhaltet ein Teilprojekt zu aktuellen, relevanten Pflanzenschutzproblemen im Obstbau, sowie vier Teilprojekte zu ausgewählten Pilzkrankheiten in verschiedenen Obstkulturen. Ausserdem ist das Projekt eng mit Fragen zur Wirtschaftlichkeit (Projekt 18.13.12.6.03), Anbausystemen (Projekt 18.02.12.6.01) und Züchtung (Projekte 18.03.12.6.04, 18.03.14.2.01, 18.3.15.2.01) verknüpft und leistet einen Beitrag zu den entsprechenden Forschungsfeldern.

Forschungsergebnisse werden an den PS-Tagungen in Wädenswil und Changins, in wissenschaftlichen Publikationen, durch Wissensaustausch und Beratung im In- und Ausland, an Pflanzenschutz-Informationsanlässen für die kantonale Beratung vor und während der Saison und durch Beratungsunterlagen einem breiten Zielpublikum zugänglich gemacht.

1) Aktuelle, relevante Schadpilze im Obstbau:

- Eintrittspforte für relevante Anliegen aus dem Forum Kern- und Steinobst und Anknüpfungspunkt für neu auftretende Anliegen des Agroscope Pflanzenschutzdienstes (APSD) und der Vollzugsdiagnostik (Projekte 18.05.12.5.01 & 18.02.12.6.01). Jährlich vom Forum priorisierte Projekte werden, je nach Fragestellung und Problematik, in Laborversuchen oder in Strategie- und Wirksamkeitsstudien im Feld untersucht.
- Entwicklung praxistauglicher Massnahmen zum Management von neu/wieder relevanten Obsterkrankungen (z. B. Kelchfäule auf Äpfeln, *Phytophthora* auf Birnen, *Botryosphaeria*) und aktuellen Pflanzenschutzproblemen im Obstbau (z. B. Strobilurinresistenz beim Apfelschorf, Sensitivitätsshift bezüglich SSH Fungiziden beim Echten Apfelmehltau) und Erarbeitung von möglichen Bekämpfungsempfehlungen. Die Priorisierung der Wichtigkeit der Bearbeitung erfolgt jährlich im Rahmen des Forumprozesses für Kern- und Steinobst (18.02.12.6.01).

2) Apfelschorf und Apfelmehltau (*Venturia inaequalis*, *Podosphaera leucotricha*):

- Apfelschorf ist nach wie vor die wichtigste Pilzkrankheit im Apfelanbau. Im deutschen Bodenseeraum wurden bereits massive Resistenzdurchbrüche der Vf-resistenten Sorten sowie einiger Fungizidgruppen (Z.B. QoI's) beobachtet. Solchen massiven Resistenzdurchbrüchen soll in der Schweiz durch angepasste Pflanzenschutzmassnahmen vorgebeugt werden. Weiter sollen mögliche Alternativen für die Produzenten untersucht und aufgezeigt werden.
- In den Apfelanbaugebieten Wallis und Genferseeregion wurden zunehmend Probleme bei der Bekämpfung des Apfelmehltaus beobachtet. Untersuchungen zur Resistenzsituation beim Apfelmehltau zeigten einen Sensitivitätsshift bezüglich Azolen (SSH).
- Überprüfung der Wirksamkeit verschiedener Fungizidstrategien und Pflanzenschutzmittel gegen Schorf und Mehltau auf Äpfeln auf den Versuchsbetrieben Wädenswil und Güttingen.
- Weiterentwicklung der Produktion qualitativ hochwertiger Äpfel ohne nachweisbare Rückstände von Pflanzenschutzmitteln mit einer möglichst geringen Anzahl von Pflanzenschutzmitteleinsätzen (langjähriger Low-Input Versuch auf dem Versuchsbetrieb in Wädenswil). Überprüfung der langfristigen Auswirkungen eines reduzierten Fungizideinsatzes auf robusten Apfelsorten (Wirtschaftlichkeit des reduzierten Fungizideinsatzes und der Qualitätsobstproduktion wird im Projekt 18.13.12.6.03 bewertet).

- Prüfung verschiedener Pflanzenschutzstrategien und neuer Pflanzenschutzmittelprodukte bezüglich der Wirkung gegen Echten Mehltau auf Apfel unter den spezifischen klimatischen Bedingungen des Wallis (starker Mehltau-druck).

3) Marssonina-Blattfallkrankheit (*Marssonina coronaria*/*Diplocarpon mali*):

- Der Pilz *Diplocarpon mali* (anamorph: *Marssonina coronaria*) breitet sich seit dem Jahr 2010 in der Schweiz aus und verursacht vor allem bei extensiv oder biologisch bewirtschafteten Apfelbäumen noch vor der Ernte einen starken Blattfall. Im Hinblick auf die Forderung nach weniger Pflanzenschutzmitteleinsatz und rückstandsfreien Früchten könnte sich die Krankheit auch in IP-Parzellen etablieren. Über die Biologie und Bekämpfungsmöglichkeiten dieser Krankheit ist erst wenig bekannt. Es ist deshalb das Ziel dieses Teilprojekts, den Pilz *D. mali* in Labor-, Gewächshaus- und Feldversuchen zu untersuchen.
- Sammlung und Erarbeitung von Informationen über die Biologie und Bekämpfungsmöglichkeit der Pilzkrankheit (z. B. Infektionsbedingungen von *D. mali* (Topfbaumversuch)).
- Überprüfung der Wirksamkeit verschiedener Fungizidstrategien und Pflanzenschutzmittel im Feld und Gewächshaus.
- Im Rahmen des Drittmittelprojektes HERAKLES Plus (Projektpartner: CAVO-Stiftung, Kantone AG, BE, LU, SG, TG und ZH, IP-SUISSE) werden praxistaugliche Massnahmen für das Management von Marssonina und Feuerbrand in der extensiven Produktion (Mostobst und Hochstamm) erarbeitet (18.05.16.1.02). Erarbeitung von Bekämpfungsempfehlungen für die extensive Mostobstproduktion (Praxisversuche in Hochstammanlagen in SG und TG, Gewächshausversuche) und Prüfung der Sortenanfälligkeit verschiedener Mostobstsorten im Gewächshaus.

4) Apfel-Lagerkrankheiten (z. B. *Venturia inaequalis*, *Botrytis cinerea*, *Neofabrea*, *Penicillium*, *D. mali*, *Monilinia*):

- Überprüfung der Wirksamkeit verschiedener Pflanzenschutzstrategien und Pflanzenschutzmittel gegen Lagerkrankheiten (z. B. Lagerschorf, *Neofabrea*, *Monilinia*, *Penicillium*, *Botrytis*) auf Äpfeln.
- Prüfung möglicher alternativer Bekämpfungsmassnahmen (z. B. die Hefen *Aureobasidium pullulans*, *Metschnikowia pulcherrima* oder weitere antagonistische Hefen) im Feld und Labor.

5) *Monilinia* im Steinobst:

- *Monilinia* Fruchtfäulen und Blüten- und Zweigdürre sind die wichtigsten Krankheiten im Steinobstanbau. Labor- und Feldversuche mit verschiedenen Fungiziden und alternativen Pflanzenschutzmitteln (z. B. Hefen; siehe TP 4) sollen die Wirksamkeit und Wirkungsweise gegen Blüten- und Zweigdürre von Kirschen aufklären.

Teilprojekte	Labor-experimente	Low-Input Versuche	Strategie-Versuche	Wirksamkeits-/Feldversuche	Antagonisten (Hefen)
1) Aktuelle Pflanzen-schutzprobleme	●	●	●	●	●
2) Schorf/Mehltau		●	●	●	
3) <i>Marssonina</i>	●	●	●	●	
4) <i>Monilinia</i>	●			●	●
5) Lagerkrankheiten	●		●	●	●

Figur 1. Aspekte (Laborexperimente, Low-Input Versuche, Strategie-Versuche, Wirksamkeits-/Feldversuche, Antagonisten), die in den einzelnen Teilprojekten untersucht werden.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 5 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Die Entwicklung von nachhaltigem und risikoarmen Pflanzenschutz ist zentraler Bestandteil des SFF 5. Dieses Projekt trägt dazu bei, Alternativen zum bisherigen Einsatz von Pflanzenschutzmitteln aufzuzeigen. Die Erkenntnisse zur Biologie von Schadorganismen und Antagonisten erlauben die Entwicklung optimierter Anbausysteme und risikoärmerer Pflanzenschutzstrategien. Bekämpfungsstrategien für neu auftretenden Schadpilze werden erarbeitet und in die Praxis implementiert.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 2: Alternative Pflanzenschutzstrategien und Methoden ermöglichen es, ressourceneffizientere Anbaumethoden und resilientere Obstbausysteme zu entwickeln.

zu SFF Nr. 3: Ein nachhaltiger und risikoarmer Pflanzenschutz ist für den erfolgreichen Anbau von resistenten, wenig anfälligen und robusten Sorten ein wichtiger Grundpfeiler

zu SFF Nr. 13: Innovative Pflanzenschutzstrategien müssen im Hinblick auf Wettbewerbsfähigkeit untersucht werden.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Neu entwickelte Pflanzenschutzstrategien und Methoden sind sowohl im integrierten wie im biologischen Anbau anwendbar.

Material und Methoden (grob skizziert)

- Erhebungsparameter: Blatt- und Fruchtschorf auf Apfel, Echter Mehltau auf Apfel, Blütenmonilia auf Kirsche, Marssonina auf Apfel, Lagerkrankheiten (z. B. Schorf, *Neofabrea*, *Botrytis*) und bei Bedarf weitere Parameter (z. B. Berostung, Phytotoxizität, Rückstände).
- Der Obstbau-Versuchsbetrieb Wädenswil erfasst in ausgewählten Versuchen Daten für den ökonomischen Vergleich der verschiedenen Pflanzenschutzverfahren (wird im Projekt 18.13.12.6.03 bearbeitet).
- Antagonistische Hefen (vor allem *Metschnikowia pulcherrima*, aber auch weitere antagonistische Arten wie z. B. *Candida subhashii*, *Cyberlindnera sargentensis*, *Aureobasidium pullulans*, *Pichia kluyveri*, *Hanseniaspora* sp.) werden in Labor- und Feldversuchen getestet. Zusätzlich zu den oben erwähnten Parametern wird der Verbleib der Hefen in der Phyllosphäre (Blätter, Blüten, Früchte) untersucht.
- Quantitative, physiologische Laborexperimente (Wachstumseigenschaften, Konkurrenzversuche, Kombinationen mit Fungiziden, etc.) mit den ausgewählten Hefen (siehe oben).

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Gölles M., Bravin E., Kuske S., Naef A. (2015) Herausforderungen der rückstandsfreien Apfelproduktion. Agrarforschung Schweiz. 6, (1), 12-19.
- Gölles M., Bravin E., Naef A. (2015) Evaluation of the low-residue apple crop protection. Acta Horticulturae. 1105, 241-246.
- Dubuis P.-H., Naef A., Genini M. (2016) Utilisation des inhibiteurs de la synthèse des stéroïdes contre l'oïdium du pommier. Revue suisse de viticulture arboriculture horticulture. 48, (1), 69-71.
- De Baan, L., Badertscher, R. (2016). Einsatz von Pflanzenschutzmitteln. In: BLW, 2016: Agrarbericht, 147-151.
- Gölles M., Patocchi A., Naef A. (2014) Apfelschorf: Mit der LR-Strategie kurative Fungizide lange erhalten. Besseres Obst. 59, (3), 6-10.
- Naef A., Häseli A., Schärer H.-J. (2014) Chute des feuilles provoquée par Marssonina coronaria: une nouvelle maladie du pommier. Revue suisse de viticulture arboriculture horticulture. 46, (1), 65-67.
- Hilber-Bodmer, M., Schmid, M., Ahrens, C.H., and Freimoser, F.M. (2017). Competition assays and physiological experiments of soil and phyllosphere yeasts identify *Candida subhashii* as a novel antagonist of filamentous fungi. BMC Microbiol 17, 4.
- Freimoser, F.M., Hilber-Bodmer, M. (2016). Differential antagonism of individual isolates and mixtures of yeasts against *Fusarium* and *Trichoderma*. In *Biological and integrated control of plant pathogens*; IOBC-WPRS Bulletin Vol. 117, pp. 242-246.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet

(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Obstkulturen werden von einer Vielzahl von Pilzkrankheiten bedroht. Um trotzdem eine hohe innere und äussere Fruchtqualität für die Konsumenten garantieren zu können, sind im Schweizer Obstanbau Pflanzenschutzmassnahmen notwendig. Das Ziel dieses Projekts zu Pilzkrankheiten im Obstanbau ist es, Möglichkeiten und Strategien für einen risikoärmeren Pflanzenschutzmitteleinsatz aufzuzeigen.

Obstkulturen werden von einer Vielzahl von Pilzkrankheiten bedroht, welche die Produktivität und Fruchtqualität beeinträchtigen können. Deshalb, und Aufgrund der hohen Ansprüche des Handels und der Konsumenten an die innere und äussere Fruchtqualität, erfordert der Schweizer Obstanbau Pflanzenschutzmassnahmen. Das Ziel dieses Projekts zu Pilzkrankheiten im Obstanbau ist es, Möglichkeiten und Strategien für einen risikoärmeren Pflanzenschutzmitteleinsatz zu erarbeiten und aufzuzeigen. In fünf Teilprojekten werden unterschiedliche Pflanzenschutzstrategien und alternative Bekämpfungsansätze (z. B. antagonistische Hefen) gegen aktuelle, relevante Pilzkrankheiten (z. B. Apfelschorf und -mehltau, *Monilinia*, *Marssonina* Blattfallkrankheit, verschiedene Lagerkrankheiten) untersucht.

Genehmigung des Projektes

Datum: 26.10.2017

Visum FGL: hoed

Datum: 29.10.2017	Visum FBL / KBL: Gaaa
Datum: 29.10.2017	Visum V SFF: Gaaa



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.05.16.01.02

Kurzbegriff/Projektakronym (max. 20 Zeichen)

OK-ViBPs

Nr. Bereich.

16 Pflanzenschutz

Nr. Gruppe

16.1	Phytopathologie und Zoologie Obst- und Gemüsebau
12.6	Extension Obstbau
13.10	Molekulare Ökologie
14.2	Züchtung und Genressourcen Obst
16.6	Virologie und Phytoplasmologie

Projektleitung/Stellvertretung

Cosima Pelludat / Santiago Schaerer

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeits-tage ohne Drittmittel	1612
Beitrag zu SFF	5
Beitrag zu weitem SFF	2, 8

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	4.22, 5.6, 13.35, 13.54, 13.73, 13.76, 18.127, 18.16, 23.13, 23.89, 27.1, 28.1
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Direkte und zukunftsorientierte Massnahmen gegen Bakterien, Phytoplasmen und Viren im Obstbau

Direkte und zukunftsorientierte Massnahmen gegen Bakterien, Phytoplasmen und Viren im Obstbau

Direct and future-oriented managements against bacteria, phytoplasmas and viruses in fruit production

Fruit production, pathogens, integrated strategies, antagonists, taxonomy

Ausgangslage und Problemstellung

Schweizer Obst ist anfällig für Krankheiten, die durch Viren, Phytoplasmen und Bakterien ausgelöst werden. Verluste entstehen dem Obstbau sowohl durch die Einschleppung neuer Krankheitserreger (was durch die Globalisierung des Handels, die Einführung neuer Pflanzen und die Klimaveränderung begünstigt wird) als auch durch bereits etablierte Pathogene. Pflanzenschutzmassnahmen, die dem direkten Schutz der Kulturpflanzen dienen, können mit einer erhöhten Umweltbelastung verbunden sein. Der Nationale Aktionsplan „Pflanzenschutzmittel“ ist daher bestrebt, die negativen Auswirkungen von Pestiziden, ohne Verlust von Produktivität und Qualität der Kulturen, zu reduzieren. Eine sichere und umweltfreundliche Bekämpfung von Krankheitserregern im Obstbau kann nur durch eine Kombination von Strategien erfolgen, da eine Krankheit erst durch die Wechselwirkung verschiedenster Akteure entsteht. Das Projekt Obstkrankheiten („Phytoplasmen-Bakterien-Viren“) fokussiert auf die im Schweizer Obstbau bereits etablierten Krankheitserreger und alternative Bekämpfungsmassnahmen.

Die Untersuchung von Jungpflanzen auf Krankheitserreger und die Früherkennung von Erregern ist eine wichtige präventive Massnahme, der sich die Projekte für die Diagnose von Obstkrankheiten, Methodenentwicklung, Prognosemodellen und Zertifizierung widmen (Jürg Frey (Plateforme Analytique), Markus Bünter (APSD + und Vollzugsdiagnostik), P. H. Dubuis (Modèles de prévision), Jean-Sébastien Reynard (Zertifizierung Obst + Vitis)).

Das vorliegende Projekt Obstkrankheiten („Phytoplasmen-Bakterien-Viren“) setzt sich aus folgenden Teilprojekten zusammen:

1) Feuerbrand (lead Gruppe 16.1./14.2./13.10/12.6)

Der Kernobstbau ist schweizweit zu finden (besonders in den Kantonen TG, SG, VD, VS) und macht ca. 75% der gesamten Obstbaumkulturen der Schweiz aus. Das Bakterium *Erwinia amylovora* (EA) ist Verursacher des „Feuerbrandes“ und befällt Apfel, Birne und Quitte. Die wirtschaftlichen Einbussen durch diese Bakterienkrankheit können vor allem bei warmem und feuchtem Wetter während der Apfelblüte immens sein. Im vorliegenden Projekt werden sowohl kurzfristige wie auch langfristige Lösungen zur Bekämpfung des Feuerbrandes erarbeitet. Die Massnahmen sollen zur Reduktion der Zelldichte des Erregers in der Blüte (Haupteintrittspforte von EA in das Gewebe) führen. Die direkte Bekämpfung in Kernobstanlagen war bis 2015 mit einem antibiotikumhaltigen (Streptomycin) Pflanzenschutzmittel (PSM) befristet zugelassen, das zurzeit die beste Wirkung und höchste Wirkungskonstanz gegen EA aufweist. Streptomycinhaltige PSM sind seit 2016 nicht mehr zugelassen. Für das Feuerbrandmanagement stehen daher nur wenige Pflanzenschutzmittel mit Teilwirkung zur Verfügung. Dies erhöht die Anforderung an die Obstproduzenten und die Kantone, den Feuerbrand während der Blüte mit alternativen Mitteln zu bekämpfen. In der Branche herrscht Unsicherheit betreffend Kosten und Nutzen der zu treffenden Massnahmen. Agroscope ist gefordert, sowohl zeit- und praxisnahe Lösungen zu erarbeiten, die an die Branche vermittelt werden, als auch längerfristige Forschungsprojekte zu lancieren, die alternative Möglichkeiten bieten und den Einsatz von PSM reduzieren. Der Fokus liegt bei längerfristigen Projekten auf mikrobielle Antagonisten und den molekularen Mechanismen, die sie zu einer Feuerbrandbekämpfung befähigen. Bei zeit- und praxisnahe Lösungen werden, ergänzend zu den Aktivitäten für das BLW (Vollzugsaufgaben/Vollzugshilfen), kantonale Fragestellungen (Blütenmonitoring) begleitet. Die Branche erwartet von BLW und Agroscope Unterstützung durch praxisnahe Forschung und Beratung (siehe dazu: Bedürfnisumfrage bei den Stakeholdern, Rückmeldungen zum Bericht „Evaluation der Richtlinie Nr. 3“, Umfrage zur „Analyse des Jahres 2016 ohne Antibiotikazulassung“), notwendige Ressourcen zur Weiterführung dieser Feuerbrandaktivitäten sollten daher im AP 18/21 aus dem ordentlichen Budget zur Verfügung gestellt werden.

2) Bakterienbrand (lead Gruppe 12.6)

Im Obstanbau (z.B. Kirschen, Zwetschen, Pfirsich) kann es immer wieder zu Schäden durch Pseudomonaden (*P. syringae* pv. *syringae*; *P. syringae* pv. *morsprunorum*) kommen (Bakterienbrand). Insbesondere kühle, feuchte Witterungen können zu "Befallsjahren" mit erheblichen Ausfällen führen. Die Branche braucht neue Alternativen bei der Bekämpfung des Pathogens, da kein direkter Pflanzenschutz möglich ist.

3.) Taxonomy (lead Gruppe 16.6)

With regard to the ongoing genomic changes of pathogens the most recent sequence technologies are used (next generation sequencing, sequence analyses and data mining) to investigate the diversity of pathogens such as *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*, *Candidatus Phytoplasma mali* / *pyri* or viruses (little cherry virus (LChV), plum pox virus (PPV)). This will help to identify genomic changes and supports the detection of new virulence factors; information needed for a precise identification. For validation and comparative purposes a large collection of old and new isolates is being conducted.

Ziele und Forschungsfragen

- 1.1. Welches sind neue, potentielle Wirkstoffe / mikrobielle Antagonisten gegen EA?
- 1.2. Bewähren sie sich in der Versuchsparzelle Breitenhof bei künstlicher Feuerbrand-Inokulation?
- 1.3. Was sind die Mechanismen die einen Antagonisten erfolgreich gegen EA machen?
- 1.4. Gibt es synthetische mikrobielle Gemeinschaften mit robuster / besser Wirkung gegen EA?
- 1.5. Welchen Einfluss haben die Wirkung und der Einsatz von PSM auf die Entwicklung von EA?
- 1.6. Fachliche Unterstützung des BLW bei der Strategie zur Bekämpfung des Feuerbrands.
- 1.7. Stärkung der Interaktion mit Kantonalen Fachstellen und der Beratung durch Austausch und projektbezogene Zusammenarbeit; optimierte Inwertsetzung der aktuellen Erkenntnisse im Sinne eines Multi actor approaches.
- 1.8. Betrieb der Website www.feuerbrand.ch als Wissensplattform für landwirtschaftliche Bereiche und für die breite Öffentlichkeit.
2. Zeigt eine / mehrere der angewandten, indirekten Massnahmen einen Schutz der Kirschbäume vor Pseudomonas-Infektionen?
3. Is there genetic variation within and among pathogen populations of quarantine microorganisms in Swiss orchards?

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 5 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Das Projekt beinhaltet sowohl kurzfristige wie auch langfristige Managementstrategien im Bereich des Pflanzenschutzes und trägt zu neuen Kenntnissen sowohl bei Erregern wie auch Antagonisten bei. Es leistet einen substantiellen Beitrag an drei Leitfragen im SFF 5: Alternativen zu chemischen PSM, risikoärmere Gesamtstrategie und Prävention; und zu den im nationaler Aktionsplan Pflanzenschutzmittel aufgeführten Umsetzungszielen und Massnahmen: i) 6.3.1.2 Grundlagen für die Beratung, ii) 6.3.2.1 Entwicklung von Alternativen zum chem. Pflanzenschutz.

- I. Wissen zu alternativen Mitteln und ihren optimalen Einsatz in der Applikation wurde erarbeitet.
- II. Wirksame, risikoärmere Pflanzenschutzstrategien wurden als Bestandteil einer integrierten Pflanzenschutzstrategie getestet.
- III. Praxistauglichkeit neuer Konzepte wurden unter Miteinbezug der Praxis und weiterer Akteure (Multi actor approach) geprüft.
- IV. Eine Verhaltensänderung in der Praxis wurde lanciert.
- V. For a reliable identification of pathogens in fruit production, knowledge concerning their diversity and virulence factors has been developed.
- V. Die Sichtbarkeit von Agroscope ist international durch Kooperationen, Teilnahmen an internationalen Kongressen gewährleistet. Ergebnisse werden in per reviewed papern publiziert.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 2: Trotz Nichtzulassung von Streptomycin wird die Wirtschaftlichkeit des Kernobstbaus nicht weiter gefährdet. Remontierungen von Parzellen und Investitionen werden weitergeführt.

zu SFF Nr. 8: („mikrobielle Diversität“) Beitrag zur Entwicklung von „Schutzkulturen“ durch die Charakterisierung von mikrobiellen Isolaten.

zu SFF Nr. 3: Das Projekt bietet Grundlagen zur Überprüfung der Feuerbrandanfälligkeit verschiedener Kernobstsorten und Zuchtnummern.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

- Zugang zur Blüteninfektionsprognose und zu aktuellen Informationen bzgl. Feuerbrand ist gewährleistet.
- Zugang zu einem Präparat mit konstanter Wirkung gegen den Feuerbranderreger.

Material und Methoden (grob skizziert)

Zu1: Feuerbrand: Etablierte Assays zur Überprüfung des antagonistischen Potentials von Stoffen oder Antagonisten gegen den Feuerbranderreger (EA):

- *In vitro*: Kompetitionsassays
- *in planta* (detached flower assay) im Labor, Blühbaumversuche im Quarantänehaus, Freilandversuche am Agroscope-Steinobstzentrum Breitenhof (Parzelle 53, Applikation von EA im Freiland).

Hauptkriterium für die Beurteilung eines Mittels gegen den Feuerbrand ist die Evaluation im Freiland, in mehreren Wiederholungen. Die Abhängigkeit gültiger Versuche von geeigneten Wetterbedingungen hat sich insbesondere in den letzten Jahren gezeigt. Frost oder zu tiefe Temperaturen verhinderte eine Versuchsdurchführung durch Schäden der Blüten oder aber die Ausbreitung des Erregers durch Bienen. Für das vorliegende Projekt wird daher eine Laufzeit von 8 Jahren beantragt.

Labormethoden: MALDI, Wachstumsanalysen, PCR, Sequenzierung, Transposonmutagenese

Zu 2: Bakterienbrand: In einer Kirschenanlage des Agroscope Steinobstzentrum Breitenhof (Parzelle 29) mit der anfälligen Sorte Samba, werden präventive Massnahmen gegen einen *Pseudomonas*-Befall verglichen. Einzeln oder in Kombination werden Sommerschnitt, Winterschnitt, Weisseln (Badipast), Behandlungen mit Myco-Sin und Bion verglichen.

Zu 3: Taxonomy: deep sequencing (Illumina, pyrosequencing, PacBio), bioinformatics

--

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- **Reininger V., Schöneberg A., Perren S., Holliger E.** 2016. Feuerbrand – Pflanzenschutzmittelversuche 2015. Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau 1/16.
- **Born Y., Remus-Emsermann M.N., Bieri M., Kamper T., Piel J., Pelludat C.** 2016. Fe²⁺ chelator proferrorosa-mine A: a gene cluster of *Erwinia rhapontici* P45 involved in its synthesis and its impact on growth of *Erwinia amylovora* CFBP1430. Microbiology. 162, 236-245.
- **Reininger V., Schöneberg A., Perren S., Pelludat C., Holliger E.** 2016. Plant protection field trials against fire blight in Switzerland. In: 1st International Symposium on Fire Blight of Rosaceous Plants. 5-8 July, Hrsg. Universidad de Girona, Girona.

- **Freimoser F., Pelludat C., Remus-Emsermann M.** 2015. Tritagonist as a new term for uncharacterised micro-organisms in environmental systems. The ISME Journal, 1-3.
- **Werthmüller J., Gölls M., Naef A.** 2016. *Pseudomonas* im Steinobst. Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau. 24, 8-11.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet

(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Im Projekt Obstkrankheiten („Phytoplasmen-Bakterien-Viren“) werden alternative Pflanzenschutzstrategien für den Feuerbranderreger (*Erwinia amylovora*) und Bakterienbrand (*Pseudomonas syringae* pv. *syringae* / *morsprunorum*) als Bestandteil einer integrierten Pflanzenschutzstrategie entwickelt. Dazu gehören das Testen und die optimale Applikation risikoärmerer Pflanzenschutzmittel und die Erforschung mikrobieller Antagonisten gegen *E. amylovora*. Zudem wird mit Hilfe moderner Sequenzieretechnologie die Diversität von Quarantäne-Erregern und mögliche Änderungen ihrer chromosomalen Sequenz untersucht, um im Rahmen des Vollzuges eine exakte Identifikation zu gewährleisten.

Schweizer Obst ist anfällig für Krankheiten, die durch Viren, Phytoplasmen und Bakterien ausgelöst werden. Verluste entstehen der Landwirtschaft sowohl durch die Einschleppung neuer Krankheitserreger als auch durch bereits etablierte Krankheitserreger. Pflanzenschutzmaßnahmen, die dem direkten Schutz der Kulturpflanzen dienen, können mit einer erhöhten Umweltbelastung verbunden sein. Der Nationale Aktionsplan „Pflanzenschutzmittel“ ist daher bestrebt, die negativen Auswirkungen von Pestiziden, ohne Verlust von Produktivität und Qualität der Kulturen, zu reduzieren.

Im Projekt Obstkrankheiten („Phytoplasmen-Bakterien-Viren“) werden alternative Pflanzenschutzstrategien für den Feuerbranderreger (*Erwinia amylovora*) und Bakterienbrand (*Pseudomonas syringae* pv. *syringae* / *morsprunorum*) als Bestandteil einer integrierten Pflanzenschutzstrategie entwickelt. Dazu gehören das Testen und die optimale Applikation risikoärmerer Pflanzenschutzmittel und die Erforschung mikrobieller Antagonisten gegen *E. amylovora*.

Zudem wird mit Hilfe moderner Sequenzieretechnologie die Diversität von Erregern und mögliche Änderungen ihrer chromosomalen Sequenz untersucht, um im Rahmen des Vollzuges eine exakte Identifikation zu gewährleisten.

Genehmigung des Projektes

Datum	26.10.2017	Visum FGL:	hoed
Datum:	30.10.2017	Visum FBL / KBL:	Gaaa
Datum:	30.10.2017	Visum V SFF:	Gaaa



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.05.16.01.03

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Drosophila_suzukii_control

Nr. Bereich.

16

Pflanzenschutz

Nr. Gruppe

16.1

Phytopathologie und Zoologie Obst- und Gemüsebau

12.6

Extension Obstbau

12.8

Extension Weinbau

15.3

Beeren und Medizinalpflanzen

16.5

Entomologie Acker- und Weinbau

Projektleitung/Stellvertretung

Dominique Mazzi / Patrik Kehrli

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	980
Beitrag zu SFF	5
Beitrag zu weiteren SFF	2, 14

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	6.2, 6.4, 13.35, 13.42, 13.54, 13.55, 13.57, 13.75, 18.6, 23.129, 27.1, 29.46
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Entwicklung integrierter Bekämpfungsstrategien gegen die Kirschessigfliege, *Drosophila suzukii* im Schweizer Beeren-, Steinobst- und Rebbau

Integrierte Bekämpfung der Kirschessigfliege

Development of integrated management strategies for *Drosophila suzukii* in Swiss berry, stone fruit and grapevine crops

clay minerals, enclosure nets, harvest losses, insecticides, integrated pest management, invasive insect pests, mass trapping, sanitation, surveillance

Ausgangslage und Problemstellung

Die Kirschessigfliege (*Drosophila suzukii*) verursachte insbesondere 2014 lokal beträchtliche Ernteaufschläge bei Beeren, Steinobst und Trauben. Der ursprünglich aus Asien stammende Schädling wurde in der Schweiz erstmals im Jahr 2011 nachgewiesen. Die Kirschessigfliege befällt die heranreifenden oder reifen Früchte vieler Kulturpflanzen und Wildobstarten. Die befallenen Früchte sind nicht länger vermarktungsfähig. Von den vielen bisher geprüften Bekämpfungsmassnahmen bietet keine einen alleinigen Schutz für die gefährdeten Kulturen und die Umsetzung von vorbeugenden Kontrollmassnahmen und die Nachsortierung des Ernteguts verursachen grosse Mehrkosten für die Produktion. Es ist damit zu rechnen, dass auch zukünftig in Jahren mit für den Schädling günstigen Witterungsbedingungen, wie etwa milde Winter und warme Sommer ohne längere Trockenheitsperioden, wirtschaftlich erhebliche Schäden im Beeren-, Steinobst- und Rebbau entstehen.

Mit einer von Nationalrat Bruno Pezzatti eingereichten Motion wurde der Bundesrat aufgefordert, die Forschung und Beratung im Bereich der Kirschessigfliege auszubauen und nachhaltige Bekämpfungsstrategien zu entwickeln und in der Praxis zu verankern. In der Folge etablierte Agroscope, unter Einbezug des Forschungsinstituts für Biologischen Landbau (FiBL), die Task Force Kirschessigfliege, um gemeinsam mit Partnern aus der Forschung, Beratung, Praxis

und dem Vollzug die Entwicklung und Umsetzung von schadensminimierenden Lösungen voranzutreiben. Das übergeordnete Ziel der Aktivitäten der Task Force Kirschessigfliege ist eine wirtschaftlich vertretbare, nachhaltige Koexistenz mit dem Schädling unter Berücksichtigung der steigenden Qualitätsanforderungen von Handel und KonsumentInnen. Der Bundesrat empfahl die Unterstützung der Motion und der Nationalrat stimmte in der Winteression 2014 der Motion zu; der Ständerat hiess sie im Juni 2015 definitiv gut. Für die Intensivierung der Forschung im Bereich der Bekämpfung der Kirschessigfliege wurden insgesamt CHF 2.5 Mio. verteilt auf fünf Jahre (2016-2020) zugesprochen und vom BLW grösstenteils der Task Force Kirschessigfliege zugeteilt.

Die Organisation der Task Force Kirschessigfliege umfasst die Module Beeren (Leitung: Catherine Baroffio, FG 15.3), Steinobst (Leitung: Stefan Kuske, FG 12.6), Trauben (Leitung: Patrik Kehrli, FG 16.5), Bio-Anbau (Leitung: Claudia Daniel, FiBL), Grundlagen (Leitung: Dominique Mazzi FG 16.2) und Kommunikation (Leitung: Catherine Baroffio). Die Projektarbeit in den Modulen wird begleitet, unterstützt und überwacht durch eine Projektoberleitung. Ausserdem unterstützen sektorspezifische Begleitgruppen die praktische Versuchstätigkeit, stellen die Wichtigkeit und Dringlichkeit der priorisierten Stossrichtungen sicher und pflegen den Wissensaustausch zwischen den betroffenen Interessensgruppen. Die Aktivitäten der seit Februar 2015 unter der wissenschaftlichen Projektleitung von D. Mazzi operativen Task Force Kirschessigfliege stützen sich auf drei Pfeiler:

- 1) **Praxisnahe, angewandte Forschung**, welche den unmittelbaren Bedürfnissen der Produzenten Rechnung trägt. Dazu gehört insbesondere die Prüfung der Wirksamkeit und Umsetzbarkeit bekannter Bekämpfungsansätze unter standort- und kulturspezifischen Bedingungen.
- 2) **Anwendungsorientierte Grundlagenforschung** zur Vertiefung des ökologischen Wissens und zur Sicherung der Nachhaltigkeit umgesetzter Bekämpfungsansätze. Dazu gehören Untersuchungen von Fragen der Interaktionen der Kirschessigfliege mit einheimischen natürlichen Gegenspielern (Räubern, Parasitoiden und insektenpathogenen Pilzen) sowie der Bewegungsmuster der Kirschessigfliege unter Berücksichtigung der Landschaftsstruktur.
- 3) **Bedarfsgerechter und zeitnahe Wissenstransfer** zwischen der Forschung und den verschiedenen Leistungsbezüger. Dazu gehören z.B. technische Publikationen und Beratungsunterlagen, Präsentationen an den Veranstaltungen der kantonalen Fachstellen sowie die Organisation und Durchführung einer jährlichen nationalen Tagung für alle Interessensgruppen.

Trotz enger Verzahnung der obengenannten Aktivitätsbereiche, liegt der Schwerpunkt dieser Projektskizze auf dem ersten Pfeiler, denn letztlich wird die Sicherstellung einer wirtschaftlichen, nachhaltigen Produktion von Erzeugnissen aus Schweizer Spezialkulturen angestrebt. In den letzten zwei Jahren hat sich gezeigt, dass die von der Task Force Kirschessigfliege empfohlenen Massnahmen in der Praxis weitgehend umgesetzt werden und sich dort auch bewähren. Die im Verhältnis zu den erfassten Fänge adulter Fliegen relativ niedrig ausfallenden Ertragseinbussen in den Jahren 2015 und 2016 (z.B. in Tafelkirschen, Beeren und Reben) sind Ausdruck der steigenden Akzeptanz der vorgeschlagenen Massnahmen. Nun gilt es, Lösungen für problematischere Produktionsbereiche wie die Hochstammkirschen zu finden sowie nachhaltigere und kostengünstigere Lösungsansätze zu prüfen.

Ziele und Forschungsfragen

Unter Berücksichtigung der Ziele des Nationalen Aktionsplans zur Risikoreduktion und nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln werden profitable Lösungen gesucht, welche den steigenden gesellschaftlichen Ansprüchen in Bezug auf Qualität und gesundheitliche Unbedenklichkeit von Lebensmitteln Rechnung tragen. Dabei setzen die verschiedenen Pflanzenschutzstrategien auf die Kombination verschiedener Regulationsansätze. Insbesondere haben sich vorbeugende Massnahmen und Massenfang, Insektenschutznetze, der Einsatz von Gesteinsmehlen wie Kaolin und Kalk sowie der punktuell, gezielte Einsatz von Insektiziden, häufigere Erntedurchgänge, Hygienemassnahmen in der Kultur und die Einhaltung der Kühlkette bei den gepflückten Früchten als äusserst wirksam erwiesen. Es gilt nun für die einzelnen Kulturen, die verschiedenen Massnahmen optimal miteinander zu kombinieren, um langfristig eine ökonomisch und ökologisch nachhaltige Strategie postulieren zu können, welche die Erträge sichert, ohne Mensch und Umwelt zu gefährden. Es stellen sich dabei gesamtübergreifende, wie aber auch kulturspezifische Fragestellungen. Im Folgenden werden einige exemplarische Fragen in Bezug auf die vielversprechendsten Bekämpfungsansätze aufgelistet:

- **Vorbeugende Massnahmen:** Wie kann das Mikroklima (Feuchtigkeit und Temperatur) in den Kulturen gezielt gesteuert werden, damit der Befallsdruck möglichst niedrig gehalten wird?
- **Massenfang:** Welche Kulturen eignen sich für den Massenfang? Ist Massenfang im natürlichen Umland eine wirksame Massnahme und kann der Populationsaufbau im Frühjahr dadurch verlangsamt werden? Reichen für eine gebietsweise Bekämpfung einige gezielte Fallenstandorte aus?
- **Insektenschutznetze:** Welche Kultur verlangt welchen Netztyp? Wie kann die Durchlüftung der Kultur unter den Netzen gewährleistet werden? Wie beeinflussen Netze das Auftreten von anderen Schadorganismen und von Krankheitserregern sowie die Bereitstellung von Ökosystemdienstleistungen wie Bestäubung und biologische Kontrolle?

Unter welchen Voraussetzungen sind Netze ökonomisch rentabel? Wie lassen sich Netze am besten ins Landschaftsbild integrieren?

- **Gesteinsmehle:** Was ist der Wirkungsgrad der verschiedenen Gesteinsmehle in den einzelnen Kulturen? Wie können Gesteinsmehle fleckenfrei appliziert werden? Sind Gesteinsmehle wirklich unbedenklich für Nützlinge und andere Nichtzielorganismen?

Neben den bereits bestehenden Massnahmen, sollen auch neue Bekämpfungsansätze entwickelt und getestet werden. Insbesondere der Anbau von Fangpflanzen („trap crops“) könnte eine alternative Kontrollstrategie sein.

Da die Fliege äusserst polyphag ist, kommt der Schädling nicht nur in den Kulturen vor sondern nutzt auch natürlich vorkommende Wildobstpflanzen. Hochattraktive, alternative Wirtspflanzen könnten als Fangpflanzen in und um Kulturen von geringerer Attraktivität, wie z.B. Erdbeeren oder Trauben, angepflanzt werden. Folgende Fragen müssen dafür geklärt werden: Existieren attraktivere Wirtspflanzen als z. B. Erdbeeren und Trauben, welche zu ähnlichem Zeitpunkt fruchten? Sind diese Fangpflanzen „dead-end hosts“ oder kann der Populationsaufbau mit anderen Mitteln dort eingeschränkt werden? Sind diese Fangpflanzen in der Lage, den Befall in der Kultur zu reduzieren?

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 5 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Das Projekt „Entwicklung integrierter Bekämpfungsstrategien gegen die Kirschessigfliege, *Drosophila suzukii* im Schweizer Beeren-, Steinobst- und Rebbau“ hilft wesentlich dazu bei, diesen neuauftretenden Schädling langfristig zu regulieren. Insbesondere wird in diesem Projekt nach wirksamen Alternativen zum chemischen Pflanzenschutz gesucht. Die Einbettung alternativer Regulierungsansätze in der integrierten Produktion wird es erlauben, die Rückstände von Pflanzenschutzmitteln auf Früchten und allgemein die Gefährdung von Mensch und Umwelt zu verringern. Das Projekt leistet so einen signifikanten Beitrag zur Erreichung der gesteckten Ziele des SFF 5 und des Nationalen Aktionsplans.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 2: Die gewonnenen Erkenntnisse tragen dazu bei ökonomische Lösungen für die Anbausysteme zu finden und Erträge langfristig zu sichern.

zu SFF Nr. 14: Durch die gewonnenen Erkenntnisse werden Umweltbelastungen durch Pflanzenschutzmittel reduziert und Ökosystemdienstleistungen nachhaltig gesichert.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Der Einbezug von Kooperationspartnern am FiBL gewährleistet die bedarfsgerechte Berücksichtigung der besonderen Ansprüche der biologischen Produktion. Infolge der geringen Wirksamkeit und kurzer Wirkungsdauer sowie der kleinen Auswahl an zugelassenen chemischen Pflanzenschutzmitteln und der damit verbundenen Gefahr der Resistenzentwicklung, konzentrieren sich die Aktivitäten der Task Force Kirschessigfliege auf den nicht-chemischen Pflanzenschutz. Die zur Praxisreife weiterentwickelten Bekämpfungsstrategien sind daher weitgehend kompatibel mit den Grundsätzen des Biolandbaus.

Material und Methoden (grob skizziert)

Auf den Agroscope-Versuchsbetrieben sowie auf privaten Beeren-, Steinobst-, und Weinbaubetrieben in allen Schweizerischen Produktionsgebieten wird in enger Zusammenarbeit mit den kantonalen Fachstellen die Wirkung von Bekämpfungsverfahren und Kombinationen von Bekämpfungsverfahren unter Praxisbedingungen geprüft.

Neben der Befallsreduktion gegenüber einer unbehandelten Kontrolle werden in Kooperationen mit internen und externen Partnern weitergehende Auswirkungen der umgesetzten Bekämpfungsstrategien berücksichtigt, wie z.B. deren Wirtschaftlichkeit und praxistaugliche Integration mit weiteren agronomischen Massnahmen sowie die Marktfähigkeit des behandelten Erntegutes und der daraus verarbeiteten Produkte. Begleitend werden ausgewählte Teilfragen (z.B. Sortenanfälligkeit, Attraktivität von Lockstoffen) unter kontrollierten Halbfeld- oder Laborbedingungen untersucht.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Asplen, M. K., Anfora, G., Biondi, A., Choi, D.-S., Chu, D. et al. (2015). Invasion biology of spotted wing drosophila (*Drosophila suzukii*): a global perspective and future priorities. *Journal of Pest Science* 88, 469-494.
- Haye, T., Girod, P., Cuthbertson, A. G. S., Wang, X. G., Daane, K. M., Hoelmer, K. A., Baroffio, C., Zhang, J. P., Desneux, N. (2016). Current SWD IPM tactics and their practical implementation in fruit crops across different regions around the world. *Journal of Pest Science* 89, 643-651.
- Kehrl, P., Cruchon, Y., Stäheli, N., Cara, C., Linder, C. (2017). *Drosophila suzukii*: un ravageur principal du vignoble? *Revue suisse de viticulture, arboriculture, horticulture* 49, 67-69.
- Kuske, S., Kaiser, L., Wichura, A., Weber, R. (2016). Integrierte Bekämpfung der Kirschessigfliege. *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau* 9, 8-11.

- Mazzi, D., Bravin, E., Meraner, M., Finger, R., Kuske, S. (2017). Economic impact of the introduction and establishment of *Drosophila suzukii* on sweet cherry production in Switzerland. Insects 8, 18.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Das plötzliche Auftreten der Kirschessigfliege im Jahr 2011 in der Schweiz und die lokal bedeutende wirtschaftliche Schäden im Erwerbsobstbau verunsicherten Berater wie Produzenten. Nun kristallisieren sich praktikable Vermeidungs- und Bekämpfungsstrategien heraus, die weit über den chemischen Pflanzenschutz hinausgehen. Agroscope forscht zur Entwicklung von Lösungen zur Minimierung der Ertragsverluste und unterstützt deren Verankerung in der Praxis.

Die aus Asien stammende Kirschessigfliege (*Drosophila suzukii*) verursacht seit ihrem Erstauftreten in der Schweiz im Jahr 2011 lokal beträchtliche Ernteaufschläge im Beeren-, Steinobst- und Weinbau. Die Kirschessigfliege befällt die heranreifenden oder reifen Früchte vieler Kulturpflanzen und Wildobstarten. Die befallenen Früchte sind nicht länger vermarktfähig. Gemeinsam mit Partnern aus der Forschung, Beratung, Praxis und dem Vollzug treibt Agroscope die Entwicklung und Umsetzung von schadensminimierenden Regulationsansätzen voran, welche eine nachhaltige, wirtschaftlich vertretbare Koexistenz mit dem Schädling unter Berücksichtigung der steigenden Qualitätsanforderungen von Handel und KonsumentInnen anstreben.

Genehmigung des Projektes

Datum: 31.10.2017	Visum FGL: hoed
Datum: 31.10.2017	Visum FBL / KBL: Gaaa
Datum: 31.10.2017	Visum V SFF: Gaaa



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.05.16.03.01

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

KrankGemBeKräu

Nr. Bereich.

16

Protection des Végétaux

Nr. Gruppe

16.3

PV Sud des Alpes

Projektleitung/Stellvertretung

Mauro Jermini / Vincent Michel

Projektdauer

4 Jahre

Projektstart

2018

Projektende

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	3088
Beitrag zu SFF	5
Beitrag zu weiteren SFF	2, 11 et 15

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	3.120, 4.22, 4.74, 4.75, 5.3, 5.4, 6.1, 6.10, 6.11, 6.16, 6.2, 6.6, 6.7, 9.20, 9.21, 12.1, 12.100, 12.101, 12.11, 12.12, 12.16, 12.35, 12.36, 12.38, 12.39, 12.40, 12.41, 12.42, 12.43, 12.44, 12.45, 12.47, 12.51, 12.52, 12.53, 12.54, 12.55, 12.57, 12.58, 12.61, 12.62, 12.63, 12.64, 12.65, 12.66, 12.67, 12.68, 12.69, 12.70, 12.7, 12.71, 12.73, 12.80, 12.81, 12.82, 12.83, 12.84, 12.91, 12.94, 12.98, 13.123, 13.136, 13.137, 13.170, 13.51, 13.52, 13.6, 14.1, 14.12, 14.3, 14.9, 18.108, 18.116, 18.119, 18.120, 18.121, 18.131, 18.134, 18.135, 18.136, 18.138, 18.16, 18.189, 18.22, 18.62, 23.12, 23.35, 23.39, 23.41, 23.46, 23.60, 23.89, 28.87, 28.90
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Maladies fongiques en culture maraîchère, de petits fruits et de plante aromatiques et médicinales

Maladies fongiques maraîchère petits fruits plantes aromatiques

Fungal diseases in vegetables, berries, and aromatic and medicinal plants

Maladies aériennes et du sol, système de production, contrôle biologique, techniques d'application, réduction pesticides, transfert des connaissances

Ausgangslage und Problemstellung

Les cultures maraîchères, celles des petits fruits et des plantes aromatiques et médicinales sont soumises à une forte pression de la part d'un marché qui demande aux producteurs suisses des produits irréprochables, de haute qualité et de plus en plus concurrentiels avec ceux importés. L'acceptance du marché de la présence de dégâts causés par des maladies ou ravageurs est aussi très faible et dans ce contexte la protection phytosanitaire joue un rôle fondamental pour donner aux producteurs la possibilité d'obtenir un revenu équitable.

La révision de l'homologation des produits phytosanitaires a portée à la disparition de plusieurs matières actives et à des restrictions d'utilisation et donc à une ultérieure limitation des matières actives à disposition des cultures maraîchères et des petits fruits, tandis que pour les plantes aromatiques et médicinales les exigences du marché sont encore plus restrictives puisqu'elles doivent être des cultures de montagne et biologiques.

À cette situation difficile il faut aussi ajouter le fait que la majorité des espèces cultivées dans ces secteurs agricoles sont considérées des « minor crops », ce qui limite fortement l'intérêt de l'industrie à investir dans le développement de produits phytosanitaires, soit de synthèse soit d'origine naturelle. Cette situation induit la forte demande des forums vers Agroscope à trouver des solutions pour les indications lacunaires (Lückenindikationen) et à développer des stratégies de lutte alternatives.

Les produits phytosanitaires sont aussi depuis quelques années mis en discussion par la croissante préoccupation pour le danger qu'ils peuvent causer directement ou indirectement, par leurs métabolites, sur la santé publique et l'environnement. Ces préoccupations ont été perçues par la politique et elles se sont traduites dans l'élaboration d'un Plan d'Action National visant à la réduction des risques et à l'utilisation durable des produits phytosanitaires. Le Plan fixe des objectifs et des mesures pour réduire les risques et développer une utilisation durable des produits phytosanitaires, ce qui aboutira dans l'avenir à une ultérieure réduction et limitation des matières actives.

Les maladies fongiques qui attaquent ces cultures peuvent être divisées en trois groupes : les maladies foliaires (qui causent tâches, décolorations, diminution de la capacité photosynthétique des feuilles ou défoliations de la plante), les pourritures (pourriture des fruits ou de parties végétatives) et les maladies du sol (qui infecte racines, rhizomes ou tubercules). La gravité des attaques dépend encore du type de culturale (culture en serre, tunnel ou plein champ), du système de production et de la formation du producteur (fréquence des contrôles et reconnaissance précoce des symptômes). Les changements climatiques jouent aussi un rôle et peuvent induire des nouvelles dynamiques sur le développement épidémique des maladies et en favoriser autres. Le fait que la quasi-totalité des jeunes plants maraîchères et de petits fruits sont produits à l'étranger soumet le secteur à un risque majeur d'importer involontairement des nouvelles maladies.

Le secteur est donc complexe et il nécessite une forte connexion entre pratique, vulgarisation et recherche pour identifier les problématiques et définir les priorités de recherche. Cette tâche est assurée par les forums de recherches. La collaboration entre chercheurs au niveau suisse et international est aussi fondamentale pour arriver à créer les synergies nécessaires au développement de solutions efficaces et durables. La participation du groupe de recherche 12.7 aux projets, KTI-Projekt Microencapsulation of combined microbial inocula for the biocontrol of fungal pathogens (2017-2019), Forschungskoooperation fenaco-Agroscope, Steigerung der Produktequalität von Schweizer Karotten (2017-2020) et la collaboration avec l'Université de Trento (Prof. Ilaria Pertot) dans la mise au point de produits d'origine naturelle pour le contrôle du mildiou et de l'oïdium sont des exemples.

Ziele und Forschungsfragen

Une approche holistique sera utilisée pour résoudre ces problèmes. Cette approche ne considère pas seulement l'utilisation des produits phytosanitaires, soit de synthèse ou naturels, mais le système de production dans sa globalité. Il faut donc évaluer la réelle efficacité de la gestion de la culture (forme de conduite, rotation etc.), des engrais, ou ainsi que l'impact de l'exposition des pathogènes à des sources lumineuses.

Dans le cadre général décrit précédemment les objectifs généraux sont :

1. Réduire/remplacer l'utilisation des matières actives de synthèse pour limiter aux maximum le risque de résidus sur les produits et sauvegarder l'environnement

La recherche se concentrera sur trois axes: 1) développement de stratégies axées sur l'utilisation d'antagonistes (champignons, bactéries, levures) ou de nouvelles matières actives d'origine naturelle, 2) clarifier l'efficacité des méthodes de lutte préventive (méthodes culturales et physique) pour réduire la pression des maladies et limiter l'utilisation des produits phytosanitaires, 3) optimiser les techniques d'application pour garantir l'efficacité des produits phytosanitaires et réduire les effets de dérive en dehors de la culture.

2. Indications lacunaires (Lückenindikationen)

Ces cultures sont considérées comme cultures secondaires (minor crops), ce qui limite le développement et l'homologation des matières actives spécifiques pour le secteur. De plus, les restrictions d'utilisation et la réduction des matières actives à disposition, pour des raisons de toxicologie, sont des ultérieurs facteurs limitants. Il faut remplir ces lacunes par le développement des méthodes de lutte non-chimiques, la recherche de matières actives efficaces et conformes aux actuelles directives de l'homologation ou par la combinaison des deux, surtout si les méthodes de lutte non-chimique ne soient pas suffisamment efficaces, dans le respect des objectifs du plan d'action nationale.

3. Trouver des solutions durables contre les maladies du sol

L'état de la santé du sol n'est pas directement visible et son effet sur la production est surtout ressenti en cas de dégradation de la santé du sol. Augmenter l'activité microbienne du sol signifie favoriser leur action de contrôle biologique vers les pathogènes telluriques. Cette approche nécessite l'apport de matériel organique (engrais verts, compost, chitine) et l'inoculation d'antagonistes. La réussite se base sur l'optimisation de cette technique par la recherche des meilleures combinaisons matière organique et antagoniste spécifique. Pour motiver les producteurs

d'investir dans la santé du sol sur le long terme, il faut développer pour le producteur une méthode pour mesurer la santé du sol. Basé sur des méthodes déjà existantes (p. ex. Cornell soil health test), une méthode sera développée pour le contexte spécifique de la Suisse et mise à disposition des producteurs.

4. Détection précoce, biologie, épidémiologie et composition de la population fongique

L'approche à la lutte des maladies fongiques dans un secteur complexe nécessite : 1) des études de base de la biologie des pathogènes, 2) la correcte détermination des champignons responsables des infections, 3) la détection précoce de nouveaux ou de particuliers pathogènes, 3) le suivi des changements dans la composition de la population fongique des cultures (influencés par la variété, les méthodes de culture ou les changements climatiques), 4) la détection de souche résistantes aux fongicides, 5) la définition des éléments épidémiologiques déterminant le caractère épidémique de la maladie, 6) la détermination de leur voies de dissémination. Ces connaissances sont la base pour l'élaboration des stratégies de lutte et du choix des méthodes (préventifs, biologiques ou chimiques).

Sur la base de ces connaissances et en considérant les résultats qui sortiront du premier objectif, on développera des stratégies de lutte.

5. Innovation des systèmes de transfert des connaissances

Les méthodes de lutte basées sur l'utilisation de produits alternatifs et sur des systèmes de productions ayant un effet bénéfiques sur la santé des plantes et du sol sont relativement complexes. L'outil principal pour le transfert des systèmes de production de la recherche directement à la pratique est la vidéo. Les vidéos produites seront éditées dans les trois langues officielles de la Suisse et diffusées sur internet (youtube channel de Agroscope).

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 5 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Le développement de stratégies de lutte contre les maladies aériennes et du sol par la combinaison de méthodes culturaux avec produits d'origine biologique, des antagonistes ou par une réduction du nombre des applications des produits phytosanitaires conduira à une réduction des intrants. Ces solutions seront testées au niveau de la pratique pour une leur graduelle intégration et permettront de réduire des risques liés à ces produits. La diffusion des résultats jusqu'à la pratique permettra de suivre et d'améliorer les stratégies ainsi que d'accélérer leur applications.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 2: Question de recherche 2. L'économicité de la production de légumes suisses est maintenue malgré la réduction de l'utilisation de produits phytosanitaires.

Question de recherche 3. Développement de systèmes de culture résilientes qui permettent un succès d'un point de vue écologique et économique la production de légumes sous l'influence des facteurs de stress biotiques et abiotiques.

zu SFF Nr. 11: L'amélioration des techniques d'application actuellement disponibles sont améliorées en considérant le système de production et l'espèce cultivée.

zu SFF Nr. 15: Comment pouvez-vous augmenter l'efficacité des ressources? L'augmentation de l'utilisation de moyens non chimiques pour lutter contre les maladies permet la réduction des taux de pesticides dans le sol ainsi que les pertes de récolte par les maladies du sol et, par conséquent une augmentation de l'efficacité des ressources utilisées.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Le développement de méthode de lutte non chimique pour les maladies aériennes et du sol trouvera une application dans la culture biologique. La recherche de solutions pour les indications lacunaires pourra porter à l'homologation de produits biologiques.

Material und Methoden (grob skizziert)

1. Réduire/remplacer l'utilisation des matières actives de synthèse pour limiter au maximum le risque de résidus sur les produits et sauvegarder l'environnement

En règle générale, les maladies qui seront considérées dans nos activités seront définies en accord avec les Forums et détermineront le développement du projet et le choix des méthodologies. En particulier :

- Lutte biologique.** Tests d'antagonistes ou des nouvelles matières actives d'origine naturelle au niveau de laboratoire, en conditions contrôlées (semi-field conditions) et au champs.
- Les levures antagonistes.** on évaluera la potentialité des levures dans le contrôle des maladies aériennes et du sol indépendamment de la priorisation qui sera faite pour définir les axes de travail au point a). Les études seront coordonnées depuis le laboratoire jusqu'au champ pour mettre au point leur utilisation dans le contexte de la lutte contre les maladies des plantes maraîchères. En collaboration avec Christian Ahrens (groupe 13.11), les bases génétiques et les mécanismes de l'antagonisme des levures contre des pathogènes fongiques vont être étudiés. Les mécanismes responsables de l'antagonisme contre différents pathogènes vont être étudiés dans des expériences de laboratoire. En collaboration, par exemple avec Klaus Schläppi (groupe 19.5), les interactions des levures antagonistes avec des champignons, surtout des pathogènes du sol, vont être étudiés dans des expériences contrôlées en pots et dans les champs.

- c) *Méthode de lutte préventive*. Évaluation de l'influence des systèmes de cultures et en particulier par des tests de tolérance variétale. Un accent particulier sera donné aux méthodes physiques pour lutter contre les principales maladies du feuillage, des fleurs et des fruits (oïdium, pourriture grise et mildiou). L'exposition de ces pathogènes à des sources lumineuses différentes (spectre, intensité, durée) réduit soit leur faculté de survie soit de sporulation. L'objectif est la mise au point de techniques adaptées aux conditions de production permettant une utilisation rationnelle de la lumière pour réduire la pression de ces maladies. Sous serres, les installations de lumière seront fixes et sous tunnel ou au plein champ, la diffusion de la lumière sera faite par des robots.
- d) *Techniques d'application*. La technique d'application est une composante importante pour garantir l'efficacité des produits phytosanitaires et réduire les effets de dérive en dehors de la culture. On développera et on validera des modèles pour adapter la quantité de matière active à la croissance du végétal ainsi que pour l'application d'agents de contrôle biologique. Le niveau des résidus sera aussi quantifié.

2. Indications lacunaires (Lückenindikationen)

Des informations nécessaires pour trouver des solutions, en première ligne des autorisations existantes dans un pays de l'UE, seront compilées et transmises aux organes professionnels ou aux firmes. La coopération d'Agroscope dans le cadre du « EU Minor Uses Co-ordination Facility » sera fondamentale pour valoriser les synergies possibles dans le respect des objectifs fixés.

3. Maladies du sol

Basé sur les connaissances acquises sous les activités du point 4 et sur les demandes de la pratique (forums), des stratégies ciblées pour lutter contre des pathogènes du sol préalablement déterminés seront développées. Les pas sont les suivants: Des bases scientifiques (mode d'action, activité de lutte bio, etc.) seront élaborées dans des essais au laboratoire et sous conditions contrôlées. Ceci pour identifier des antagonistes ou des populations microbiennes avec une efficacité plus élevée ou/et plus consistante pour une application optimisée au champ. L'efficacité des antagonistes retenus sera évaluée dans des essais au champ. Le potentiel des matières organiques (engrais verts, composts, engrais organiques, etc.) ainsi que l'effet des techniques culturales (cultures sur buttes, etc.) sur la promotion des antagonistes naturels et la suppression des pathogènes dans le sol seront évalués dans des essais en pot et au champ. Par la suite, les meilleures combinaisons de matière organique et antagonistes seront testées dans des essais proches de la pratique (on-farm). L'intégration des mesures de lutte élaborées dans des systèmes de production existants joue un rôle primordial. Pour faciliter cette intégration, un test existant pour l'évaluation de la santé du sol sera adapté aux conditions de la Suisse. Cet outil permettra le choix des meilleures mesures à prendre.

4. Détection précoce, biologie, épidémiologie et composition de la population fongique

La biologie des pathogènes sera étudiée sur la base des informations contenues dans la littérature spécialisée ainsi que sur des investigations effectuées au laboratoire, sous serres et au champ. La détection précoce de nouveaux pathogènes ou maladies spécifiques, le monitoring de l'évolution des pathogènes dans des cultures spécifiques, la définition d'éléments des épidémiologies, ainsi que l'analyse des voies de dissémination des pathogènes s'appuient sur un excellent réseau national (offices cantonaux, conseillers et producteurs) et sur des essais (aussi on-farm) conduits par nous-mêmes. Pour la détection de souches de pathogènes résistantes aux fongicides, des tests au labo seront développés et appliqués. Ces travaux servent comme base pour contrer rapidement des nouveaux problèmes phytopathologiques et développer des stratégies de lutte adaptées.

5. Innovation des systèmes de transfert des connaissances

La diffusion des informations sera effectuée par les canaux établis (Gemüsebaumitteilungen, Swiss Berry Notes) et, comme innovation, par la création de vidéos pour la diffusion de nouvelles méthodes. Cette approche sera utilisée surtout par les nouvelles méthodes développées qui nécessiteront d'explications précises sur leur application. Le site web spécifique sur la santé du sol sera continuellement complété avec des informations destinées en première ligne aux producteurs. Un nouveau site web sur les nouveaux problèmes émergents, avec des clés d'identification et des infos sur les mesures à prendre (y compris méthodes de lutte) sera créé (les deux comme thème phare).

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Rüegg J., Jermini M., Total R. and Scettrini S., 2012. Leaf wall area and leaf area in cucumber, eggplant, sweet pepper and tomato grown in greenhouses in Switzerland. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin (2012) 42 (3), 552–559.
- Jermini M., Rüegg J., Total R. et S. Scettrini, 2013. Dosage des produits adapté à la haie foliaire dans les cultures maraîchères à forte croissance sous abri. Revue Suisse vitic. Arboric. Hortic. 45(6):340-347.
- Jermini M., Rüegg J., Wohlhauser R. et Scettrini S., 2016. Qualité de l'application des produits phytosanitaires en culture maraîchère sous abri. Revue Suisse vitic. Arboric. Hortic. 48(2): 92-98.
- Michel V., Ahmed H. et Dahal S., 2011. Des engrais verts pour lutter contre les maladies du sol. Revue Suisse Vitic. Arboric. Hortic. 43(2): 116-121.
- Michel V. V., 2014. Ten years of biofumigation research in Switzerland. Aspects of Applied Biology 126: 33-42.
- Michel V., 2016. Wissenstransfer: Der Berater kommt immer noch vor dem Podcast – Transfert de connaissances: le conseiller arrive toujours avant le podcast. Der Gemüsebau – Le Maraîcher 2/201: 17-18.

- Lutz, M. 2015. Mit Feldhygiene nach der Ernte in die Zukunft investieren. Der Gemüsebau 4/2015:15-17
- Camps, C., Michel, V., Lutz, M.P. 2012. Souche de *Lactobacillus* utilisée comme agent de lutte biologique contre *Pythium ultimum* sur tomate. Revue Suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture 44:344-348
- Lutz, M., Krauss, J., Baur, B., and Neuweiler, R. 2016. Control of *Plasmodiophora brassicae* by combining antagonists, organic amendments, and cultivation practices. IOBC-WPRS Bulletin 117: 271-275.
- Hilber-Bodmer, M., Schmid, M., Ahrens, C.H. and Freimoser, F.M. 2017. Competition assays and physiological experiments of soil and phyllosphere yeasts identify *Candida subhashii* as a novel antagonist of filamentous fungi. BMC Microbiol 17, 4.
- Freimoser, F.M. and Hilber-Bodmer, M. 2016. Differential antagonism of individual isolates and mixtures of yeasts against *Fusarium* and *Trichoderma*. In Biological and integrated control of plant pathogens; IOBC-WPRS Bulletin Vol. 117, pp. 242-246.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Les cultures maraîchères, des petits fruits et des plantes aromatiques et médicinales sont soumises à une forte pression de la part d'un marché qui demande aux producteurs des produits irréprochables et de haute qualité. Dans ce contexte ce projet joue un rôle fondamental pour répondre à ces requêtes et fournir les instruments nécessaires pour une gestion soutenable des maladies.

La recherche de solutions soutenables pour les maladies cultures maraîchères, des petits fruits et des plantes aromatiques et médicinales nécessite une approche holistique qui considère le système de production dans sa globalité. Les axes portants du projet sont cinq. La recherche de stratégies et de matières actives alternatifs pour réduire le risque de résidus et sauvegarder l'environnement. Remplir les indications lacunaires, puisque ces cultures sont considérées des cultures secondaires, ce qui limite le développement et l'homologation des matières actives spécifiques. Trouver des solutions durables contre les maladies du sol puisque la santé du sol est la base de la réussite de la culture. La détection précoce, la biologie, l'épidémiologie et la composition de la population fongique comme base pour adapter les stratégies de lutte. Développer des systèmes de transfert des connaissances novateurs pour des nouvelles méthodes qui nécessiteront d'explications précises pour la pratique.

Genehmigung des Projektes

Datum: 26.10.2017	Visum FGL: jema
Datum: 29.10.2017	Visum FBL / KBL: Gaaa
Datum: 29.10.2017	Visum V SFF: Gaaa



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Agroscope

Programme d'activité

N° de projet

PA 2018-2021

18.05.16.04.02

Désignation abrégée/acronyme du projet (max. 20 caractères)

DigiPhyto

N° Domaine

16

Protection des Végétaux

N° Groupe

16.4

Mycologie-Biotechnologie

12.6

Extension Obstbau

12.8

Extension Weinbau

16.1

Phytopathologie & Zoologie Obst- und Gemüsebau

16.5

Entomologie grandes cultures et viticulture

16.7

Ökologie von Schad- und Nutzorganismen

Chef-fe de projet/suppléant-e

Pierre-Henri Dubuis / N.N. (a.i.Tomke Musa)

Durée du projet

Début du projet

Fin du projet

4 ans

2018

2021

Projet

Total des jours de travail sans fonds tiers	1480
Contribution au CSR	5
Contribution à d'autres CSR	11

Enquête sur les besoins: contribution à la demande n°	1.20, 1.24, 4.22, 5.3, 5.4, 5.14, 5.6, 6.3, 9.19, 9.21, 12.52, 12.54, 12.55, 12.57, 13.37, 13.55, 13.56, 18.106, 18.108, 18.109; 18.134, 18.138, 13.199, 18.16; 18.138; 23.15, 27.11, 27.3, 28.1, 28.70; 28.78; 29.43
Le projet contient des travaux financés par des fonds tiers	☐ oui ☒ non
Le projet contient une contribution à l'agriculture biologique	☒ oui ☐ non

Titre dans la langue originale

Modèles de prévision, outils d'aide à la décision et plateformes d'informations pour une lutte phytosanitaire durable

Modèles de prévision

Forecasting models, decision support systems and information platforms for a sustainable plant protection

Forecasting models

Situation initiale et problématique

La protection phytosanitaire des cultures est indispensable pour garantir une production de qualité en quantité suffisante et qui soit économiquement viable. Souvent les mesures prophylactiques et techniques ne suffisent pas à garantir la récolte et dans ces cas il est nécessaire d'appliquer des produits phytosanitaires (PPH). Or depuis plusieurs années, les consommateurs, la société et les politiques ont pris conscience des possibles effets négatifs des PPH et de leurs métabolites sur la santé et l'environnement. Ces risques sont de moins en moins acceptés et une production plus durable est souhaitée. En réponse à ces préoccupations le Conseil Fédéral a décidé de mettre en œuvre dès 2018 un *Plan d'Action National visant la réduction des risques et à l'utilisation durable des PPH*. Un axe important pour limiter l'emploi des PPH est l'utilisation de modèles de prévision des infections des maladies fongiques et du développement des ravageurs. Il s'agit d'outils d'aide à la décision (OAD) qui permettent d'évaluer le développement d'une maladie ou d'un ravageur et d'orienter une décision de traitement. Ils se basent sur les connaissances de la biologie de ces

organismes en relation avec les facteurs météorologiques déterminants et de mesures culturales. Plusieurs groupes au sein d'Agroscope ont développé différents logiciels et plateformes contenant des outils d'aide à la décision, des systèmes de prévision et des informations utiles pour une bonne gestion de la lutte phytosanitaire (www.agrometeo.ch, www.sopra.info, www.fusaprog.ch, www.phytopre.ch, [feu bactérien](http://feu.bactérien)). Ces différents outils sont très appréciés des producteurs, des conseillers et des instances officielles (par exemple: cantons) et constituent des sources indispensables d'information pour la lutte phytosanitaire.

Ces systèmes sont dynamiques et nécessitent un suivi et des développements continus. Pour assurer leur fiabilité, il est indispensable de les valider année après année au moyen d'observations, de monitoring et d'essais au champ afin d'ajuster certains paramètres à différents changements tel que évolution du climat, des populations de pathogènes, d'y intégrer les nouvelles connaissances épidémiologiques. L'émergence de nouveaux ravageurs ou maladies doivent aussi être pris en compte.

Das Erreichen der nachfolgend aufgeführten Ziele, welche in der FG 16.7 (Ökologie von Schad- und Nutzorganismen erarbeitet) werden sollen, setzen den Ersatz der derzeit vakanten wissenschaftlichen Mitarbeiter-Stelle in dieser FG voraus.

Objectifs et questions de recherche

Le but des différents modèles de prévision, OAD et plateformes est d'offrir aux producteurs toutes les informations pertinentes pour leur permettre de réaliser une protection phytosanitaire de qualité dans un objectif de durabilité. Il s'agit de contribuer à faire évoluer les bonnes pratiques en particulier d'intervenir uniquement lorsque cela est indispensable tout en protégeant au mieux la santé et l'environnement. Des interventions ciblées sont le garant d'une protection des cultures efficace et durable.

1. Garantir le bon fonctionnement des différents systèmes et leur mise à jour tout au long de l'année et année après année.
2. Validation et amélioration de modèles de prévision et d'outils d'aide à la décision existants. Intégration d'informations de monitoring et des nouvelles connaissances épidémiologiques.
3. Développement de nouveaux outils et modèles pour des maladies et ravageurs importants ou émergents, par exemple : *Guignardia bidwellii* en viticulture, *Alternaria* spp. pour la pomme de terre.
4. Intégration des OAD dans des stratégies de lutte innovantes et évaluation de leur efficacité au champ en particulier dans le but de réduire le nombre et la quantité de PPh appliqués.
5. Développement de nouvelles fonctionnalités et interfaces permettant une utilisation facilitée par les producteurs.
6. Réflexions sur l'opportunité et la faisabilité d'intégrer les différents OAD existants au sein d'Agroscope dans la plateforme phytosanitaire unique projetée dans le cadre du *Plan d'action-visant à la réduction des risques et à l'utilisation durable des produits phytosanitaires* (mesure 6.3.2.4 *Meilleure prévision de l'apparition de maladies ou de parasites*, création d'une plateforme d'alerte nationale). Celle-ci fonctionnerait comme porte d'entrée unique comprenant toute les informations pertinentes et utiles pour une protection phytosanitaire durable de qualité.
7. Detaillierte Ziele für den Feuerbrand:
 - Welche Wettervorhersage erlaubt für 2018ff die zutreffendste Kernobst-Blüteninfektionsprognosen (Meteo-Schweiz, Meteoblue)? Und wie können die Wetterdaten in die Automatisierung integriert werden?
 - Entsprechen die vorhergesagten Infektionsrisiken und die Inkubationsenden dem ersten Auftreten und dem effektivem Befall in der Praxis?
 - Die Kernobst-Blüteninfektionsprognosen für 80 Standorte werden der Beratung und der Praxis zur Entscheidungshilfe zeitgerecht zu Verfügung gestellt.
 - Betrieb des Webmoduls Feuerbrand, damit Kantonale Fachstellen regionalspezifische Risikoberechnungen selbstständig durchführen können.
8. Detaillierte Ziele für das Prognosesystem PhytoPRE
 - *Phytophthora infestans* Monitoring, um das Vorkommen der Paarungstypen und das Auftreten neuer Genotypen zu verfolgen
 - Epidemiologische Studien, zu neuen *P. infestans* Stämmen.
 - Abklärungen, ob und wie das PhytoPRE Modell angepasst werden könnte, um die Landwirte bei der Regulierung der Dürffleckenkrankheit (*Alternaria* spp.) zu unterstützen.

Contribution concrète au CSR n° 5 (décrire en quelques phrases la contribution concrète et les nouvelles connaissances relatives au CSR, en précisant clairement le lien thématique avec les questions de recherche formulées dans le CSR)

Ce projet apporte une contribution importante au CSR 5: *Développement d'une protection phytosanitaire durable et à faibles risques*. Les aspects suivants sont concernés : optimisation des dates de traitements, prévention et méthodes de lutttes réduisant les émissions et les risques pour l'homme. Le projet répond aussi aux objectifs et mesures suivantes du *Plan d'action national visant à la réduction des risques et à l'utilisation durable des produits phytosanitaires*: 6.3.2.4 *Meilleure prévision de l'apparition de maladies ou de parasites* et 6.3.1.2 *Développement de la vulgarisation publique*.

Grace à une meilleure compréhension et prévision des risques, le projet permet une utilisation plus ciblée et précise des produits phytosanitaires et en conséquence diminue leur utilisation et les risques qui y sont liés.

Contribution à max 3 autres CSR (décrire en quelques phrases la contribution concrète relative aux questions de recherche formulées dans le CSR)

au CSR n° 11 : Optimiser et développer les modèles de prévision qui constituent des bases indispensables pour le « smart farming »

Les modélisations, OAD et informations disponibles dans les différentes plateformes et outils constituent des éléments de base pouvant être utilisés pour des applications et outils de « smart farming » en particulier dans le projet SmartModul (18.11.20.04.01).

Utilité principale pour l'agriculture biologique (dans le cas d'une contribution, la décrire concrètement en quelques phrases)

Die Prognosesysteme und Plattformen stellen alle Produzenten aber auch den Bio-Produzenten wichtige Informationen bezgl. des Risikos oder Auftretens von Schaderregern zur Verfügung. Teilweise bestehen bereits spezifische Modelle für den Biolandbau (z.B. Bio-PhytoPRE), welche die Bio-Produzenten für gezielte, termingerechte Behandlungen unterstützen

Matériel et méthodes (description sommaire)

1. Les connaissances de la biologie et de l'épidémiologie d'un pathogène ou d'un ravageur sont utilisées pour modéliser son développement ou le risque qu'il représente à partir de données climatiques (données météorologiques). Optimisation des modèles existants et développement de nouveaux modèles.
2. Gestion d'un réseau de stations microclimatiques, de bases de données et mise à disposition des données récoltées directement et sous formes de prévisions de risques pour les maladies et ravageurs (modélisations)
3. Gestion des infrastructures et contrôle du bon fonctionnement des différents logiciels de modélisation. Optimisation du paramétrage des différents modèles. Vérification de l'exactitude et de la pertinence des résultats de modélisations.
4. Observations pour la validation et le suivi des modèles, par exemple : suivi de la maturation des oospores de mildiou au laboratoire à Changins, suivi du développement de l'épidémie de mildiou (*Plasmopara viticola*) de l'oïdium (*Erysiphe necator*) pour la vigne et de la tavelure (*Venturia inaequalis*) dans un laboratoire extérieur et dans des témoins non traités. Suivi du développement de l'épidémie des nouvelles souches de *Phytophthora infestans*. Feuerbrand: Überprüfung der berechneten Risiken und der Inkubationsenden mit dem ersten Auftreten von Blütenbefall in Kernobstanlagen.
5. Essais au champ pour valider et au besoin adapter les modèles (p. exemple: comparaison avec des modèles existant à l'étranger)
6. Etudes de l'épidémiologie des pathogènes importants ou émergents, par exemple *Alternaria solani* ou *A. alternata* dans les pommes de terre
7. Monitoring de différentes maladies et ravageurs, par exemple : suivi du vol des ascospores de la tavelure du pommier (*Venturia inaequalis*) dans différents lieux en Suisse, piégeage de ravageurs. Ces informations sont mises à disposition des producteurs (www.agrometeo.ch). Monitoring, um das Vorkommen der *P. infestans* mating types in der Schweiz zu verfolgen.

Bibliographie (toutes dernières connaissances / ne citer que quelques publications propres et étrangères scientifiques et axées sur la pratique)

- COTTET C., DUBUIS P.-H., VIRET O., DAVY A. et RAYNAL M. Vigne : peut-on baisser les doses de fongicides? Phytoma, 674 : 37-41 (2014)
- DORN, B., MUSA, T., KREBS, H., FRIED, P. and FORRER, H. R. Control of late blight in organic potato production: evaluation of copper-free preparations under field, growth chamber and laboratory conditions. European Journal of Plant Pathology 119 (2) 217–240 (2007)
- DUBUIS P.-H., VIRET O., BLOESCH B., FABRE A.-L., NAEF A., BLEYER G., KASSEMAYER H.-H. et KRAUSE R. Lutte contre le mildiou de la vigne avec le modèle VitiMeteo-Plasmopara. Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture, 44(3): 192-198 (2012)
- DUBUIS P.-H., BLOESCH B., FABRE A.-L., VIRET O., MITTAZ C., BLEYER G. et KRAUSE R. Lutte contre l'oïdium à l'aide du modèle VitiMeteo-Oidium. Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture, 46(6): 368-375 (2014)
- DUBUIS P.-H., VIRET O., FABRE A.-L., WERTHMUELLER J., NAEF A., BLEYER G. and KRAUSE. Contribution of the Swiss Agrometeo platform to the reduction of pesticides use and risks. Proceedings of the 8th International Workshop on Grapevine Downy and Powdery Mildew p. 15 (2017)
- FORRER H.R., MUSA T., SCHWAB F., JENNY E., BUCHELI T.D., WETTSTEIN F.E. and VOGELGSANG S. Fusarium head blight control and prevention of mycotoxin contamination in wheat with botanicals and tannic acid. Toxins 6: 830-849 (2014)

- KEHRLI P., FABRE A.L., WERTHMÜLLER J., KUSKE S. et DUBUIS P.H. Insect-Monitoring: un nouvel outil sur Agrometeo. Revue Suisse de Viticulture Arboriculture Horticulture, 49(1): 71-72 (2017)
- MOLITOR D., AUGENSTEIN B., MUGNAI L., RINALDI P.A., SOFIA J., HED B., DUBUIS P.-H., JERMINI M., KUEHRER E., HOFFMANN L. and BEYER M. Composition and evaluation of a novel web-based decision support system for grape black rot control. Eur. J. Plant Pathol. 144: 785–798 (2016)
- MUSA, T., HECKER, A., VOGELGSANG, S. & FORRER, H. R. Forecasting of Fusarium head blight and deoxynivalenol content in winter wheat with FusaProg. EPPO Bulletin 37,283-289 (2007)
- MUSA-STEENBLOCK T, FORRER H.R.. Immer heftigere Krautfäule-Epidemien in der Schweiz?, Agrarforschung 13 (1):10-15 (2006)
- SCHAUB L., BREITENMOSER S, DERRON J., GRAF B. Developement and validation of a phenological model for univoltine European corn borer. J. App. Entom. 141 : 421-430 (2017)
- VOGELGSANG S., MUSA T., BÄNZIGER I., KÄGI A., BUCHELI T.D., WETTSTEIN F.E., PASQUALI M. and FORRER H.R. (2017). Fusarium mycotoxins in Swiss wheat: A survey of growers' samples between 2007 and 2014 shows strong year and minor geographic effects. Toxins, 9(8): 246 (2017)
- WERTHMÜLLER J., NAEF A., SCHMITT J., RACCA P., KLEINHENZ B. VMVenturia: neues Prognosemodell für den Apfelschorf. Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau. 153, (8), 10-13 (2017)

Teaser et résumé succinct du projet pour la communication/Internet
 (Teaser: max. 400 caractères; résumé succinct: max. 800 caractères, espaces inclus)

Le projet DigiPhyto vise à fournir aux producteurs un ensemble d'informations pertinentes pour permettre une lutte phytosanitaire durable et de qualité. Ces informations proviennent de différents modèles de prévision des risques basés sur un réseau de stations de mesures de données météorologique ainsi que de différents monitorings de la présence de maladies et ravageurs.

Le projet DigiPhyto vise à fournir aux producteurs un ensemble d'informations pertinentes pour permettre une lutte phytosanitaire durable et de qualité. Il regroupe différentes plateformes existantes au sein d'Agroscope qui contiennent principalement des modèles de prévision et des informations de monitoring (ravageurs, maladies, phénologie,...) Ces systèmes sont dynamiques et nécessitent un suivi et des développements continus. Pour assurer leur fiabilité, il est indispensable de les valider année après année au moyen d'observations et d'essais au champ et d'y intégrer les nouvelles connaissances épidémiologiques. Une réflexion sur la faisabilité d'intégrer les différents OAD existants au sein d'Agroscope dans la plateforme phytosanitaire projetée dans le cadre du PAN sera menée.

Approbation du projet

Date:	08-09-2017	Visa R GR:	gika
Date:	30-10-2017	Visa R DR / R DC:	Gaaa
Date:	30-10-2017	Visa R CSR:	Gaaa



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Agroscope

Programme d'activité

N° de projet

PA 2018-2021

18.05.16.04.03

Désignation abrégée/acronyme du projet (max. 20 caractères)

VitiMyc

N° Domaine

16

Protection des Végétaux

N° Groupe

16.4

Mycologie et biotechnologie

12.8

Extension viticulture

13.5

Qualité des vins

15.6

Viticulture

15.7

Oenologie

16.3

PV Sud des Alpes

Chef-fe de projet/suppléant-e

Katia Gindro / Mauro Jermini

Durée du projet

Début du projet

Fin du projet

4 ans

2018

2021

Projet

Total des jours de travail sans fonds tiers	3604
Contribution au CSR	5
Contribution à d'autres CSR	3

Enquête sur les besoins: contribution à la demande n°	4.20; 4.22; 5.3; 5.4; 5.6; 8.135; 9.21; 13.4; 13.5; 13.27; 13.30; 23.92; 28.78; 29.9; 29.23; 29.29; 29.30; 29.37; 29.54; 29.55
Le projet contient des travaux financés par des fonds tiers	☒ oui ☐ non
Le projet contient une contribution à l'agriculture biologique	☒ oui ☐ non

Titre dans la langue originale

Gestion raisonnée de la lutte phytosanitaire en viticulture: réduction des risques et utilisation durable des fongicides

Gestion raisonnée des traitements fongicides en viticulture

Integrated diseases management in viticulture: risk mitigation and sustainable use of fungicides

Risk reduction, residue, downy mildew, powdery mildew, gray mold, black rot, esca disease, fungal community, grapevine, metabolomic, genomic, molecular phylogeny, ecology

Situation initiale et problématique

Les maladies fongiques peuvent, en l'absence de moyens de contrôle, conduire à des pertes quantitatives et qualitatives importantes. C'est pourquoi la viticulture nécessite un nombre relativement important de traitements contre les maladies fongiques. A titre d'exemple, les fongicides représentent plus du 80% des produits phytosanitaires appliqués en viticulture. Outre les maladies fongiques à développement épidémiques et imputées à des espèces spécifiques de champignons, telles que le mildiou, la pourriture grise, l'oïdium, ou encore le black rot, les maladies du bois de la vigne, semblant être en progression, sont des maladies très complexes et partiellement comprises nécessitant une approche pluridisciplinaire systémique.

Depuis quelques années on assiste chez les consommateurs et les politiques à une prise de conscience aiguë des dangers potentiels des pesticides, plus spécifiquement des insecticides, herbicides et fongicides. Celle-ci se traduit par des préoccupations de santé publique au sujet des résidus de produits phytosanitaires encore présents dans le produit prêt à être consommé ainsi que par des inquiétudes concernant les effets négatifs des produits phytosanitaires et de leurs métabolites sur l'environnement. Le politique a répondu à ces préoccupations en tentant de réduire les intrants en agriculture, en particulier par l'élaboration du *Plan d'Action National visant à la réduction des risques et à l'utilisation durable des produits phytosanitaires* qui fixe des objectifs et des mesures devant permettre

une réduction des risques et une utilisation durable des produits phytosanitaires. Dans ce contexte le développement de nouvelles stratégies pour protéger la vigne de manière plus respectueuse de l'Homme et de l'environnement est vivement souhaité. Le présent projet s'inscrit donc parfaitement dans ces objectifs et vise à acquérir de nouvelles connaissances épidémiologiques et à développer des stratégies novatrices permettant de réduire de façon ciblée l'utilisation de fongicides, en particulier ceux présentant des risques potentiels pour la santé et l'environnement.

Objectifs et questions de recherche

1) Développement de nouvelles stratégies de lutte afin de garantir une protection phytosanitaire optimale tout en réduisant les risques pour la santé par une diminution des résidus de produits phytosanitaires dans les vins, par une réduction des risques de résistance des pathogènes et par une atténuation de l'impact environnemental. Ces objectifs impliquent des recherches et développements dans les domaines suivants :

- Optimisation des techniques d'application des fongicides en viticulture, par la combinaison d'outils existants développés au sein d'Agroscope (dosage adapté au volume foliaire) et des techniques d'application innovantes (drones; projet Vidrone). Des nouveaux appareils conçus pour de petites parcelles ou en situation de forte pente, généralement terrassées, sont présents sur le marché. Toutefois, leur qualité d'application doit aussi être évaluée. Cependant, ces situations de culture impliquent souvent des situations de dérive des produits phytosanitaires appliqués : le développement, en collaboration avec des partenaires privés, d'un appareil d'application avec système de récupération de la bouillie permettrait une application optimale en minimisant les contaminations environnementales.
- Développement d'extraits bioactifs contre les principales maladies fongiques de la vigne (oïdium, mildiou, pourriture grise, black rot) et identification de molécules fongicides montrant un profil toxicologique acceptable comme alternative aux fongicides de synthèse et au cuivre [extraits développés dans le cadre du dernier programme d'activité, nouveaux extraits naturels issus de la pharmacopée suisse...]. Les diverses stratégies ayant permis d'obtenir des extraits bioactifs novateurs ont été mises au point durant le précédent programme d'activité et sont actuellement pleinement fonctionnelles comme, par exemple, l'induction de mycoalexines bioactives dans la zone d'interaction entre champignons, l'induction de phytoalexines résultant d'interactions entre plantes et champignons ou la bio-synthèse de diversité chimique à potentiel anti-fongique, par des enzymes extraites de champignons (secrétome).
- Développement de stratégies limitant fortement la présence de résidus dans les vins (adaptation des programmes de traitements, diminution des doses, alternatives aux produits phytosanitaires de synthèse en cas de pression modérée selon les modèles de prévision des risques, filtration sur matrice organique en traitement post-récolte de la vendange).

2) Etude de l'épidémiologie des principales maladies fongiques des organes verts de la vigne afin d'optimiser la gestion de la lutte phytosanitaire, de donner des conseils agronomiques pertinents permettant de limiter l'utilisation des produits phytosanitaires.

- Etude de l'épidémiologie des maladies fongiques des organes verts de la vigne dont l'oïdium (*Erysiphe necator*), le mildiou (*Plasmopara viticola*), la pourriture grise (*Botrytis cinerea*), le black rot (*Guignardia bidwellii*) et l'excoriose (*Phomopsis viticola*) afin d'établir les périodes de sensibilité maximale de la vigne et comprendre le rôle des infections primaires et secondaires sur l'évolution épidémique particulièrement du mildiou et de l'oïdium et permettre ainsi une lutte plus ciblée. Les résultats obtenus permettront de faire un choix raisonné du fongicide (conventionnel et/ou alternatif) à appliquer, selon son mode d'action, son efficacité et le risque de résidus à un stade de développement donné de la vigne, et poursuivre l'optimisation et l'implémentation de la plateforme Agrométéo pour une meilleure gestion des risques et de l'application phytosanitaire.

3) Etude des maladies du bois (MDB) de la vigne par une approche pluridisciplinaire et systémique incluant, pour les maladies complexes telle que l'esca, l'étude du mycobiome (communauté fongique), les pathogènes et les interactions plante-mycobiome dans différentes conditions pédoclimatiques.

- L'étude de l'épidémiologie des maladies du bois permettra de combler une partie des lacunes qui subsistent au sujet des MDB, principalement concernant l'esca, et qui font encore obstacle à la découverte de moyens de prophylaxie et de lutte. Cette approche implique une étude approfondie de la taxonomie des champignons associés aux maladies du bois, des moyens de localiser ces champignons et les composés potentiellement phytotoxiques qu'ils produisent dans la plante afin de comprendre le rôle de ces champignons dans l'apparition des symptômes.
- Cette approche pluridisciplinaire permettra de lever le voile sur un grand nombre de questions cruciales à savoir :
 - o Quel est le mode d'infection et la dynamique des champignons associés au dépérissement de la vigne?
 - o Quelles sont les conditions pédoclimatiques et/ou culturelles qui favorisent l'apparition des symptômes et l'incidence des champignons associés à ces maladies?
 - o Pour répondre à ces questions, l'étude de la physiologie de la vigne (collaboration avec Vivian Zufferey, Pully,

Agroscope) viendra s'ajouter aux disciplines énumérées ci-dessus. L'étude de la physiologie de la plante dans diverses conditions pédoclimatiques en lien avec le mycobiome permettra de déterminer quel est l'impact du changement climatique sur les interactions plante-mycobiome. Les champignons associés à cette maladie pénétrant principalement par les plaies de taille, évaluer l'influence du mode de taille sur leur incidence et leur abondance dans la plante pourrait offrir une solution pratique pour réduire le taux d'infection.

4) Etude du métabolome et des mécanismes de résistance de la vigne pour le développement d'outils d'aide à la sélection de cépages résistants aux maladies fongiques ainsi qu'à la mise en évidence de nouvelles molécules fongicides sélectives.

- L'étude du métabolome de cépages résistants au mildiou, à l'oïdium et/ou à la pourriture grise, à savoir l'ensemble des métabolites contenus et/ou synthétisés par un organisme en réponse à une infection fongique, va permettre d'identifier les voies biochimiques impliquées dans la résistance de ces cépages, d'offrir une meilleure connaissance des interactions complexes entre la plante et son hôte, de mettre en évidence des molécules marqueurs permettant de discriminer rapidement les cépages résistants, dont le potentiel antifongique sera évalué en rapport avec le point 1.

5) Diagnostic des maladies fongiques et conservation des souches dans la mycothèque dynamique et dans la base de données nationale Mycoscope d'Agroscope.

- Dans un premier temps l'identification fiable et précise des champignons impliqués dans les diverses pathologies de la vigne est indispensable à la définition d'une stratégie de lutte appropriée. Dans le même temps, la présence des principaux pathogènes de la vigne durant l'année sera suivie sur la base de captures de l'air (spore-trap) et de l'eau de pluie. Ces informations sont aussi à la base de l'étude de l'épidémiologie et de l'étiologie des principales maladies fongiques de la vigne. Toutes les souches isolées, purifiées et identifiées sur la base de leurs profils génétiques sont conservées vivantes dans la mycothèque dynamique et évolutive d'Agroscope (Mycoscope). Ces souches sont à la base des activités de recherche de ce projet (analyse des résistances, des populations fongiques (souches plus ou moins virulentes d'une même espèce) et de leurs dynamiques dans un contexte de changements microclimatiques).

6) Etude de l'effet d'agents de biocontrôle (*Trichoderma* spp. et mycorrhizes) sur la communauté fongique du bois et des racines de la vigne et sur son état physiologique (Projet CORE Organic soumis).

Contribution concrète au CSR n° 5 (décrire en quelques phrases la contribution concrète et les nouvelles connaissances relatives au CSR, en précisant clairement le lien thématique avec les questions de recherche formulées dans le CSR)

Ce projet de 4 ans doit amener des solutions concrètes, mesurables et implémentables dans la pratique et permettant de diminuer le recours aux fongicides de synthèse afin de réduire les risques pour l'environnement et la quantité de résidus dans les vins. L'étude de l'épidémiologie et des cycles de développement des pathogènes fongiques cibles permettra de définir les périodes de fort risque d'infection. Ces informations permettront d'optimiser les modèles intégrés dans la plateforme d'aide à la décision et prévision des risques Agrometeo et un choix avisé des produits phytosanitaires. Cela aura pour conséquence d'optimiser les intervalles de traitement avec un choix correct des fongicides tout en permettant une protection efficace du vignoble. L'étude des différentes stratégies d'application des fongicides, notamment en alternance avec l'utilisation de produits peu préoccupants ou d'extraits naturels développés au sein du projet et/ou d'agents fongiques de biocontrôle, doit permettre de limiter le nombre d'applications de produits phytosanitaires de synthèse. Le développement et l'évaluation de ces stratégies de lutte alternatives permettra de recourir à des produits à faibles risques pour la santé et pour l'environnement lors de moindre pression parasitaire tout en garantissant une production conforme aux objectifs quantitatifs et qualitatifs visés.

Contribution à max 3 autres CSR (décrire en quelques phrases la contribution concrète relative aux questions de recherche formulées dans le CSR)

au CSR n° 3 : Outils pour la sélection de cépages résistants aux maladies fongiques (mildiou, oïdium et pourriture grise) pour une diminution drastique du nombre de traitements et/ou de mise en place de stratégie(s) de lutte alternative(s).

Utilité principale pour l'agriculture biologique (dans le cas d'une contribution, la décrire concrètement en quelques phrases)

Développement de fongicides alternatifs et d'agents fongiques de biocontrôle, outils pour la sélection de cépages résistants, amélioration des méthodes culturales par optimisation des doses et fréquence des traitements et en établissant quel est le mode de taille le plus apte à réduire l'incidence des maladies du bois de la vigne, projet suivi d'une parcelle en reconversion biodynamique (participation FIBL à confirmer).

Matériel et méthodes (description sommaire)

- Essais de terrain (stratégies d'application et efficacité des matières actives) en blocs randomisés. Les essais de traitements seront réalisés selon plusieurs modalités (PI, stratégie d'application selon modèle de prévision, straté-

gie d'application avec alternance de produits naturels etc.). Le suivi épidémiologique (mildiou, oïdium, pourriture grise, black rot, esca-BDA, eutypiose et excoriose) sera réalisé de façon régulière sur les parcelles expérimentales d'Agroscope ainsi que sur le réseau de parcelles tant en Suisse romande qu'en Suisse italienne. Les essais d'optimisation des techniques d'application seront suivis en étroite collaboration avec les entreprises partenaires du projet (analyse de l'efficacité des traitements, dérive, application sur feuillage et grappes).

- L'épidémiologie des diverses maladies fongiques des organes verts de la vigne se fera par infections artificielles en conditions contrôlées et/ou en champs. Des échantillons prélevés périodiquement seront analysés en microscopie optique ainsi que par microscopie électronique. En parallèle, chaque pathogène sera détecté par amplification d'un marqueur fongique spécifique, aussi bien sur les plantes symptomatiques que sur les plantes asymptomatiques. De même, les structures de survie des champignons durant les périodes hivernales et les facteurs de maturation et paramètres d'inféctivité de ces dernières seront suivis régulièrement (mildiou, oïdium, black rot, Botrytis) tant au niveau microscopique que par infections artificielles sur plantes saines.
- Le diagnostic des maladies fongiques de la vigne ainsi que le suivi qualitatif et quantitatif de l'inoculum présent dans l'air (spore-trap) et l'eau de pluie seront effectués par amplification d'un marqueur fongique spécifique (PCR et Q-PCR). Ces marqueurs seront amplifiés en utilisant des amorces déjà publiées ou qui seront développées, au besoin, dans le cadre de ce projet à partir des séquences obtenues pour les souches fongiques maintenues vivantes dans Mycoscope et de séquences de la GenBank selon la méthode proposée par Carbone & Kohn (1999).
- Les extraits naturels seront obtenus par extraction de plantes, de cultures fongiques ou de molécules biotransformées enzymatiquement par sonication et séchage (rotavapor, Genvac, lyophilisation). Un fractionnement sera effectué par SPE puis les extraits seront analysés par HPLC-UV. Chaque fraction sera utilisée sur des biotests miniaturisés (essais en plaque) contre plusieurs cibles fongiques. Les extraits fractionnés actifs seront investigués plus en profondeur grâce à notre étroite collaboration avec la plateforme analytique de l'Université de Genève (chromatographie préparative, RMN). Les EC₅₀ de chaque molécule active seront déterminées. Un processus de formulation des extraits/composés les plus actifs sera entrepris avec les entreprises partenaire de notre projet.
- Les protocoles des biotests et la mesure de l'activité fongicide des produits alternatifs obtenus par les diverses stratégies sous-mentionnées ont été optimisés au cours du précédent programme d'activité. Les biotests mildiou permettront d'évaluer l'activité fongicide des produits alternatifs développés (effets sur la natation des zoospores, effet préventif et/ou curatif) : L'application se fera de façon automatisée sur tapis de traitement avant inoculation artificielle. Des gammes de concentration seront testées afin de déterminer les seuils d'efficacité.
- L'étude de la communauté fongique se fera par isolation des champignons à partir de fragments de bois de vigne, selon la méthode non destructive proposée par Hofstetter et al. (2012). Cette approche ne permet d'obtenir que la partie cultivable de la communauté fongique, champignons associés aux maladies du bois de la vigne inclus. Les champignons isolés seront caractérisés morphologiquement (par macro- et microscopie) et moléculairement (amplification et séquençage de marqueur[s] fongiques spécifiques[s]), ces deux approches étant, la plupart du temps, nécessaires à leur identification. Elle présente l'avantage, comparativement à une approche purement moléculaire qui permettrait d'obtenir l'ensemble de la communauté fongique du bois de la vigne, d'obtenir les souches fongiques vivantes indispensables à l'isolement de nouvelles molécules fongicides et aux tests de résistance qui seront réalisés dans ce projet.
- Si des fonds tiers sont obtenus (voir objectifs et questions de recherche, point 6, projet CORE Organic), une approche de la communauté fongique totale du bois et des racines de la vigne sera effectuée en amplifiant ITS et *RPB1* (Stockinger et al., 2014) à partir d'extraits d'ADN de bois et de racines respectivement prélevés de plantes âgées de 5 ans ayant été traitées ou non avec des agents fongiques de biocontrôle. Les séquences de ces marqueurs seront obtenues par *Single Molecule Resolution Sequencing* (SMRT, Pacific Biosciences).

Bibliographie (toutes dernières connaissances / ne citer que quelques publications propres et étrangères scientifiques et axées sur la pratique)

- BERTRAND S., BOHNI N., SCHNEE S., SCHUMPP O., GINDRO K. AND WOLFENDER JL. Metabolite induction via microorganism co-culture: a potential way to enhance chemical diversity for drug discovery. BIOTECHNOLOGY ADVANCES 32 (6): 1180-1204 (2014).
- CARBONE I. AND KOHN L. M. A method for designing primer sets for speciation studies in filamentous ascomycetes. MYCOLOGIA 91(3), 553-556 (1999)
- DUBUIS P.-H. Les strobilurines en viticulture. Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture, Vol. 47 (1): 71-73 (2015)
- DUBUIS P.-H., NAEF A. et GENINI M. Utilisation des inhibiteurs de la synthèse des stérols contre l'oïdium du pommier. Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture, Horticulture, Vol. 48 (1): 69-71 (2016)
- GINDRO K., LECOULTRE N., MOLINO L., DE JOFFREY JP., SCHNEE S., VOINESCO F., ALONSO-

VILLAVERDE V., VIRET O. AND DUBUIS P.-H. Development of rapid direct PCR assays to identify downy and powdery mildew and grey mold in *Vitis vinifera* tissues. JOURNAL INTERNATIONAL DE LA VIGNE ET DU VIN 48 : 261-268 (2014).

- GINDRO K., SCHNEE S., RIGHI D., MARCOURT L., VOINESCO F., MICHELLOD E., WOLFENDER JL. and QUEIROZ FERREIRA E. Generation of antifungal stilbenes using the enzymatic secretome of *Botrytis cinerea* Pers.:Fr. JOURNAL OF NATURAL PRODUCTS 80 (4) (2017).
- HOFSTETTER V., BUYCK B., CROLL D., VIRET O., COULOUX A. AND GINDRO K. What if esca disease of grapevine were not a fungal disease? FUNGAL DIVERSITY 54 (1): 51-67 (2012).
- HOFSTETTER V., DUBUIS P.-H., ZUFFEREY V., FABRE A.-L., VIRET O. AND GINDRO K. Maladies du bois de la vigne: état des lieux et axes de recherche d'Agroscope. REVUE SUISSE VITICULTURE, ARBORICULTURE, HORTICULTURE, 49 (2): 88–96 (2017)
- JERMINI M., BLAISE PH. AND GESSLER C. Quantitative effect of leaf damage caused by downy mildew (*Plasmopara viticola*) on growth and yield quality of grapevine Merlot (*Vitis vinifera*), VITIS 49(2): 77-85 (2010).
- MATASCI C.L., JERMINI M., GOBBIN D. AND Gessler C. Microsatellite based population structure of *Plasmopara viticola* at single vine scale. EUROPEAN JOURNAL OF PLANT PATHOLOGY 127: 501–508 (2010).
- NARDUZZI WICHT B., JERMINI M., GESSLER C. AND BROGGINI G. Microsatellite markers for population studies of the ascomycete *Phyllosticta ampellicida*, the pathogen causing grape black rot. PHYTOPATHOLOGIA MEDITERRANEA 53(3): 470–479 (2014)
- SCHNEE S., QUEIROZ E. F., VOINESCO F., MARCOURT L., DUBUIS P.-H., WOLFENDER J.-L. AND GINDRO K. *Vitis vinifera* canes, a new source of antifungal compounds against *Plasmopara viticola*, *Erysiphe necator*, and *Botrytis cinerea*. JOURNAL OF AGRICULTURAL & FOOD CHEMISTRY 61: 5459-5467 (2013).
- STOCKINGER H., PEYRET-GUZZON M., KOEGEL S., BOUFFAUD M.-L., AND REDECKER D. The largest subunit of RNA polymerase II as a new marker gene to study assemblages of arbuscular mycorrhizal fungi in the field. PLoS ONE 9(10): e107783. doi:10.1371/journal.pone.0107783 (2017).
- WICHT B, PETRINI O., JERMINI M., GESSLER C., AND BROGGINI G. Molecular, proteomic and morphological characterization of the ascomycete *Guignardia bidwellii*, agent of grape black rot: a polyphasic approach to fungal identification. MYCOLOGIA 104(5): 1036–1045 (2012).

Teaser et résumé succinct du projet pour la communication/Internet
(Teaser: max. 400 caractères; résumé succinct: max. 800 caractères, espaces inclus)

Afin de réduire l'utilisation des fongicides en viticulture et de lutter contre les pathogènes fongiques, ce projet propose d'optimiser le dosage et la fréquence des traitements, de développer des fongicides alternatifs aux produits de synthèse et au cuivre et des outils permettant la sélection de cépages résistants.

Les fongicides représentant plus de 80% des intrants phytosanitaires en viticulture, les objectifs visent à réduire ces intrants par une approche systémique des maladies fongiques de la vigne. Ce projet se propose de développer des fongicides alternatifs aux produits de synthèse et au cuivre, d'acquérir une meilleure connaissance de l'épidémiologie des principales maladies fongiques de la vigne, de développer des outils permettant la sélection de cépages résistants afin de lutter contre les pathogènes fongiques de la vigne de manière respectueuse de la santé et de l'environnement. Il vise aussi à développer des stratégies de lutte innovantes dans le but de réduire au maximum les traitements phytosanitaires.

Approbation du projet

Date:	06.09.2017	Visa R GR:	gika
Date:	30-10-2017	Visa R DR / R DC:	Gaaa
Date:	30-10-2017	Visa R CSR:	Gaaa



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.05.16.05.01

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Ackerbau-Schädlinge

Nr. Bereich.

16 Pflanzenschutz (PFS)

Nr. Gruppe

16.05	Entomologie Acker- und Weinbau
16.02	Zoologie Obst- und Gemüsebau
16.03	Protection des végétaux au sud des Alpes
16.07	Ökologie von Schad- und Nutzorganismen

Projektleitung/Stellvertretung

Thomas Steinger / Giseler Grabenweger

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeits-tage ohne Drittmittel	4224
Beitrag zu SFF	5
Beitrag zu weitem SFF	2, 16

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	1.24, 1.25, 1.38, 1.40, 1.41, 1.42, 1.43, 1.44, 4.22, 5.3, 5.4, 5.42, 5.6, 7.34, 9.18, 9.20, 9.23, 12.35, 12.41, 12.43, 12.45, 12.47, 12.48, 12.64, 12.66, 12.68, 13.123, 13.52, 13.56, 14.12, 18.16, 18.115, 18.117, 18.119, 18.122, 18.123, 18.135, 18.137, 18.138, 23.15, 23.46, 23.92, 23.95, 23.99, 23.100, 28.1, 28.78, 28.80, 28.81, 28.91, 29.21
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Nachhaltige Regulierung von Schädlingen im Ackerbau und Grasland

Schädlinge im Ackerbau & Grasland

Pest control in arable crops and grassland

alien invasive species, biological control, crop protection, arable production, integrated pest management, grassland, potatoes, oilseed rape, maize, wheat, wireworms, pollen beetle, Colorado beetle, European corn borer, western corn rootworm, entomopathogenic fungi, economic injury level

Ausgangslage und Problemstellung

Der chemische Pflanzenschutz gerät zunehmend unter Druck. Gesellschaft und Politik fordern Massnahmen zur Reduktion des Einsatzes chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel in der Landwirtschaft und der damit verbundenen Risiken für Mensch und Umwelt. Gleichzeitig sollen weiterhin hohe Ernteerträge eingefahren werden und der hohe Standard bezüglich Qualität und Aussehen der produzierten Erntegüter erhalten bleiben. Um diesen Forderungen nachkommen zu können, müssen zusätzliche Forschungsanstrengungen im Bereich des integrierten Pflanzenschutzes angestrebt werden zu Gunsten einer noch nachhaltigeren Lebensmittelproduktion.

Dem integrierten Pflanzenschutz steht heute eine Reihe von Instrumenten zur Verfügung, um die Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel zu minimieren und die Erträge zu sichern: schädlings- und krankheitsresistente Sorten, Mischkulturen, Fruchtfolgen, Nützlingsförderung durch Habitatmanagement, Schadschwellen und Prognose-

modelle, sowie diverse Methoden des direkten Pflanzenschutzes (Verwirrungstechnik, entomopathogene Pilze/Bakterien/Viren, Push-Pull Methode, Attract-and-Kill, etc.). Die Herausforderung besteht darin a) die Wirksamkeit alternativer Methoden zu steigern und Schwankungen in der Wirksamkeit zu reduzieren, und b) ein Bündel von Einzelmassnahmen zu einer abgestimmten Gesamtstrategie zu vereinen. Nur so wird auf Systemebene eine hohe Wirksamkeit und Beständigkeit in der Regulierung von Schaderorganismen erzielt und die Akzeptanz für alternative Bekämpfungsstrategien bei den Produzenten gesteigert. Forschungsgruppen bei Agroscope waren in den letzten Jahrzehnten massgeblich beteiligt bei der Entwicklung und Umsetzung der IP-Strategie in der Schweiz. Dieses Knowhow soll genutzt werden, um die im Aktionsplan zur Verminderung der Risiken des chemischen Pflanzenschutzmittel formulierten Massnahmen zu unterstützen und die gesteckten Ziele zu erreichen.

Ziele und Forschungsfragen

Oberziel: Reduktion des Insektizid- und Nematizideinsatzes im Ackerbau und im Grasland durch Weiterentwicklung des integrierten Pflanzenschutzes mit Hilfe innovativer Bekämpfungsstrategien und neuer Technologien. Die wichtigsten Schädlinge im Ackerbau werden prioritär behandelt (Rapsglanzkäfer, Erdfloh, Drahtwurm, Kartoffelkäfer, Maiszünsler, Maiswurzelbohrer).

Wo immer möglich und sinnvoll soll eine Integration der Arbeiten in das sich in Planung befindliche Projekt «IP+» (18.16.19.6.04) angestrebt werden. «IP+» versteht sich als eine Plattform für agrarökologische Systemforschung mit regionalen Zentren, in denen Forscher und Produzenten gemeinsam neue Wege in der Entwicklung und Umsetzung nachhaltiger Anbaustrategien beschreiten wollen.

1. Ausbau des nicht-chemischen Pflanzenschutzes:

- Biocontrol mit entomopathogenen Pilzen:
Entomopathogene Pilze sind die wichtigsten natürlichen Gegenspieler von einigen besonders schwierig zu bekämpfenden Schädlingen (z.B. Engerlinge, Drahtwürmer). In diesem Teil des Projekts wird die Entwicklung von in der Schweiz natürlich vorkommenden Stämmen von entomopathogenen Pilzen (EPF) als biologische Pflanzenschutzmittel gegen wichtigste Schädlinge im Ackerbau (Drahtwürmer, Rapsglanzkäfer, Erdfloh) vorangetrieben. Nach erfolgreichen Labor- und Halbfreilandversuchen im vergangenen Arbeitsprogramm muss die Wirksamkeit der getesteten EPF-Isolate nun unter praxisnahen Feldbedingungen bestätigt werden. Die wichtigsten Forschungsfragen für das AP18-21 sind: Reicht die Wirksamkeit der EPFs aus, um den hohen Qualitätsansprüchen in der Nahrungsmittelproduktion gerecht zu werden? Wie müssen die Produktions-, Formulierungs- und Applikationsstrategien für EPFs aussehen, um das Potential dieser Nutzorganismen voll auszuschöpfen? Welche Innovationen aus der internationalen Forschung der letzten Jahre sind dafür einsetzbar?
- Biologische Nematizide:
In den letzten Jahren wurden einige neue, biologische Nematizide auf der Basis von Mikroorganismen oder Pflanzenextrakten entwickelt und kommerzialisiert. Diese neuen Produkte sind nun interessant für die Schweizer Produzenten, da sie eine Reduktion von Nematodenschäden versprechen. Nicht alle diese Produkte sind jedoch für die Anwendung unter Schweizer Produktionsbedingungen geeignet bzw. wurde eine Wirkung für eine entsprechende Kombination von Kulturpflanze und Nematodenart belegt. Daher müssen zukünftig solche Verfahren/Produkte unter den entsprechenden Bedingungen geprüft, gegebenenfalls angepasst, und eine Einführung in die Praxis unterstützt werden, um eine nachhaltige Wirkung zu garantieren. Integriert in diese Untersuchungen ist die Verfeinerung der Diagnostik verschiedener Nematodenarten mittels molekularer Markern (in Zusammenarbeit mit 18.05.13.11.01_MolecularDiagnostics).
- Exploration neuer Wege im nicht-chemischen Pflanzenschutz
Dem direkten Pflanzenschutz steht eine breite Palette nicht-chemischer Alternativen zur Verfügung, deren tatsächliches Potential für die ackerbauliche Praxis jedoch noch zu wenig erforscht bzw. ausgeschöpft wurde. In diesem Teil des Projekts sollen weitere innovative neue Lösungen im alternativen Pflanzenschutz exploriert und unter praxisnahen Bedingungen getestet werden. Konkrete Beispiele sind: Biocontrol mit entomopathogenen Bakterien (zu diesem Thema wurde zusammen mit universitären Partnern ein Drittmittelprojekt eingereicht; Entscheidung noch hängig), attract-and-kill-Methoden gegen im Boden lebende Schädlinge, Verwirrungstechnik mittels Pheromonen, etc.

2. Sorten, Schadwirkung und Bekämpfungsschwellen:

- Schädlinge im Raps
Im Ackerbau steht der Raps bezüglich Insektizid-Einsatz mit Abstand an erster Stelle. Insbesondere der Rapsglanzkäfer, der Stängelrüssler und seit dem Neonikotinoid-Verbot auch der Erdfloh gelten bei vielen Landwirten als gefährliche Schädlinge und werden trotz bestehendem Extensio-Programm zunehmend intensiv bekämpft. Gleichzeitig ist bekannt, dass Rapspflanzen unter guten Wachstumsbedingungen Verluste weitestgehend kompensieren können. Es besteht somit ein in der Praxis nicht vollständig ausgeschöpftes Potential zur Reduktion von PSM durch situativ angepasste Schadsschwellen. Allerdings besteht für wichtige Rapschädlinge gegenwärtig keine wissenschaftlich validierte Bekämpfungsschwelle zur Verfügung. Forschungsfragen: Ab welcher Schädlingsdichte muss

im Raps mit wirtschaftlichen Verlusten gerechnet werden? Ist die Schadschwelle abhängig von Sortenwahl, Saatchichte, Anbausystem oder Düngung? Welche Auswirkungen haben neue Anbausysteme (Direktsaat, Untersaat) auf den Schädlingsbefall und die Schadschwelle (in Zusammenarbeit mit 18.02.12.2.02_SYCLOPS)?

3. Vertiefung von Grundlagenwissen zur Biologie, Ausbreitung und Regulierung neu auftretender Schädlinge

- *Diabrotica virgifera* — neuer Schädling im Mais:

Der Status von *Diabrotica* als Quarantäneorganismus wurde in der EU vor kurzem aufgehoben, in der Schweiz aber trotz Druck aus den Kantonen (aufgrund der hohen Kosten einer obligatorischen jährlichen Fruchtfolge) vorläufig beibehalten. Bei Aufhebung des Quarantänestatus und Wegfall der obligatorischen *jährlichen* Fruchtfolge könnte sich *Diabrotica* als neuer Maisschädling schweizweit etablieren mit entsprechenden Konsequenzen für die Futtermittelproduktion. Forschungsfragen: Mit welcher Geschwindigkeit verläuft die Ausbreitung von *Diabrotica* ausgehend von einem lokalen Befallsherd? Wie verläuft die Populationsdynamik und Schadwirkung von *Diabrotica* in Abhängigkeit unterschiedlicher Fruchtfolge-Rhythmen? (Feldexperimente und Surveys werden im Kanton Tessin durchgeführt).

- Bivoltiner Maiszünsler:

Eine bivoltine Rasse (= 2 Generationen/Jahr) des Maiszünslers mit hohem Schadpotential (befällt Kolben) hat sich in den letzten Jahren im Genferseebecken angesiedelt und tritt nun gemeinsam mit der schon länger ansässigen univoltinen Rasse als Mais-Schädling auf. Da natürliche Barrieren fehlen, besteht die Gefahr, dass sich die Rasse insbesondere in wärmeren Jahren auf die gesamten Maisanbaugebiete nördlich der Alpen ausbreiten könnte. Dies könnte die heutige biologische Bekämpfungsstrategie (durch Massenfrelassung von *Trichogramma*-Schlupfwespen) in Frage stellen. Forschungsfragen: Mit welchen diagnostischen (high-throughput) Methoden kann die bivoltine Rasse von der im Mittelland auftretenden univoltinen Rasse abgegrenzt werden, um ihre Ausbreitung frühzeitig zu erkennen? Welche klimatischen Faktoren begrenzen die Ausbreitung der neuen Rasse? Bestätigen sich erste Ergebnisse einer höheren *Trichogramma*-Resistenz der bivoltinen Rasse? Wie kann die biologische Bekämpfungsstrategie ohne hohe Kostenfolgen angepasst werden?

- Japankäfer:

Wegen seines riesigen Wirtsspektrums und der unterirdischen Lebensweise der Larven gilt der Japankäfer als hochgefährlicher Schädling. Nach seiner Einschleppung nach Nordamerika vor etwa 100 Jahren hat sich der invasive Schädling in Windeseile in den USA und Kanada ausgebreitet und richtet jährlich Schäden im 3-stelligen Millionenbereich an. Im Juni 2017 wurden in der Schweiz erstmals adulte Käfer gefangen. Eine massive Bekämpfung mit Insektiziden, wie in Nordamerika praktiziert, ist in der Schweiz nicht möglich. Untersuchungen zum Ausbreitungsverhalten und der Habitatswahl des invasiven Schädlings sollen helfen, seine Verbreitung in der Schweiz zu bremsen. Parallel dazu werden biologische Bekämpfungsverfahren mit entomopathogenen Pilzen, wie sie auch gegen heimische Engerlinge erfolgreich angewendet werden, gegen den Japankäfer getestet.

4. Wissensaustausch

Produzenten integrieren neue Erkenntnisse über alternative Pflanzenschutzmassnahmen oft nur zögernd in ihre Anbaustrategien. Es fehlt an Informationen und Vertrauen im Umgang mit neuen Verfahren und Technologien. Das vorliegende Projekt setzt sich zum Ziel, Praxis und Forschung näher zusammenzubringen, um innovativen Pflanzenschutz-Lösungen rascher zum Durchbruch zu verhelfen. Neben dem bereits starken Netzwerk mit den kantonalen Pflanzenschutzdiensten, der HAFL und dem FiBL wird das Projekt «IP+» (mit seinem *multi-actor approach*) hierfür eine wichtige Plattform bieten. Ausserdem leisten viele Forschungsarbeiten einen wichtigen Beitrag zum Ausbau der nationalen Internetplattform „Warndienste und Prognosemodelle“ (Projekt 18.05.16.4.02).

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 5 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Schwerpunkte des Projekts bilden die Entwicklung alternativer (nicht-chemischer) Verfahren des direkten Pflanzenschutzes sowie die Prävention von Schäden verursacht durch gebietsfremde Arthropoden- und Nematodenschädlinge. Die Arbeiten leisten damit einen wichtigen Beitrag zur Erfüllung der Ziele des SFF5 und des Aktionsplan zur Verminderung der Risiken des chemischen Pflanzenschutzes.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 2: Die gewonnen Erkenntnisse tragen dazu bei, Anbausysteme ökologisch zu optimieren und Erträge zu sichern.

zu SFF Nr. 16: Die Artenvielfalt in der Agrarlandschaft zu schützen, Nützlinge zu fördern und somit natürliche Ökosystemleistungen wie Schädlingsregulierung und Bestäubung zu sichern.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Die meisten untersuchten Fragestellungen zielen auf einen Ersatz des chemischen Pflanzenschutzes und können auch im Biolandbau verwendet werden. Das Projekt bietet daher einen direkten Nutzen für die Biolandwirtschaft.

Material und Methoden (grob skizziert)

- Replizierte, mehrjährige, praxisnahe Feldexperimente auf Versuchsflächen von Agroscope sowie auf Praxisbetrieben.
- Gezielte Studien zu Teilaspekten und Screenings unter kontrollierten Bedingungen im Labor und Gewächshaus.
- Aufzucht von Schadinsekten und Nützlingen in den Insektenzuchtlabors in Changins und Reckenholz.
- Entwicklung und Validierung von molekularen Markern zur Diagnose von Schadorganismen.
- Statistische Modellierung von Daten aus Versuchen und Surveys.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Braun-Kiewnick A., Viaene N., Folcher L., Ollivier F., Anthoine G., Niere B., ... & Kiewnick S. (2016) Assessment of a new qPCR tool for the detection and identification of the root-knot nematode *Meloidogyne enterolobii* by an international test performance study. *European Journal of Plant Pathology*, 144(1), 97-108.
- Eckard S., Bacher S., Enkerli J. & Grabenweger G. (2017) A simple in vitro method to study interactions between soil insects, entomopathogenic fungi, and plant extracts. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 163: 315–327.
- Eder R., Kiewnick S. (2015) *Ditylenchus dipsaci* im Feld- und Gemüsebau. Agroscope, Wädenswil. Merkblatt Nr. 27:1-6.
- Eder R., Roth I., Kiewnick S. (2013) Einfluss verschiedener Wirtspflanzen auf das Schad- und Vermehrungspotential des nördlichen Wurzelgallennematoden *Meloidogyne hapla*. Merkblatt Agroscope, Wädenswil. 1-3.
- Hallmann J. and Kiewnick S. (2015) Diseases caused by nematodes in organic agriculture. In: M. Finckh, A. van Bruggen, L. Tamm (eds.) *Plant diseases and their management in organic agriculture*. APS Press. 424pp
- Lacey et al. (2015) Insect pathogens as biological control agents: Back to the future. *J. Invert. Path.* 132: 1–41
- J. M. Nicol, S. J. Turner, D. L. Coyne, L. den Nijs, S. Hockland and Z. Tahna Maafi (2011) Current Nematode Threats to World Agriculture. In: J. Jones et al. (eds.), *Genomics and Molecular Genetics of Plant-Nematode Interactions*, Springer Science+Business Media B.V.
- Ramseier H., Leprun M., Steinger T. (2016) Anwendung der Bekämpfungsschwellen und Warndienste in der Schweiz. *Agrarforschung Schweiz*, 7: 98–103
- Rogge S.A., Mayerhofer J., Enkerli J., Bacher S. & Grabenweger G. (2017) Preventive application of an entomopathogenic fungus in cover crops for wireworm control. *BioControl*, DOI 10.1007/s10526-017-9816-x.
- Schaub L., Breitenmoser S., Derron J. & Graf B. (2017) Development and validation of a phenological model for univoltine European corn borer. *J. App. Entom.* 141 : 421-430
- Sostizzo T., Grabenweger G. & Steinger T. 2017: Der Japankäfer – *Popillia japonica*. Agroscope, Wädenswil, Merkblatt Nr. 63.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet

(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Dem integrierten Pflanzenschutz steht heute eine Vielzahl an Instrumenten zur Verfügung, um die Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel zu minimieren und Ernterträge zu sichern. Das tatsächliche Potenzial dieser nicht-chemischer Alternativen für die Praxis ist jedoch noch zu wenig untersucht. Das Projekt entwickelt innovative Lösungen zur Bekämpfung der wichtigsten Schädlinge im Ackerbau und trägt damit zur Weiterentwicklung des nachhaltigen Pflanzenschutzes bei.

Dem integrierten Pflanzenschutz steht heute eine breite Palette von Instrumenten zur Verfügung, um Anwendung und Risiken chemischer Pflanzenschutzmittel zu minimieren und die Erträge zu sichern. Das tatsächliche Potential dieser nicht-chemischer Alternativen für die landwirtschaftliche Praxis ist jedoch noch zu wenig erforscht bzw. ausgeschöpft worden. Die Herausforderung besteht darin a) die Wirksamkeit und Zuverlässigkeit alternativer Methoden zu steigern, und b) ein Bündel von Einzelmassnahmen zu einer abgestimmten Gesamtstrategie zu vereinen, die in der Praxis aufgenommen und implementiert wird. Das vorliegende Projekt entwickelt innovative Ansätze zu einer auf Nachhaltigkeit bedachten Regulierung von einheimischen und gebietsfremden Schädlingen im Ackerbau und Grasland.

Genehmigung des Projektes

Datum: 08.09.2017	Visum FGL: stth
Datum: 30.10.2017	Visum FBL / KBL: Gaaa
Datum: 30.10.2017	Visum V SFF: Gaaa



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.05.16.05.02

Kurzbegriff/Projektakronym (max. 20 Zeichen)

VitiPests

Nr. Bereich.

16

Pflanzenschutz (PFS)

Nr. Gruppe

16.5

Entomologie grandes cultures et viticulture

13.5

Qualité des vins

15.6

Viticulture

15.7

Oenologie

16.3

Protezione dei vegetali al Sud delle Alpi

16.6

Virologie et phytoplasmodiologie

Projektleitung/Stellvertretung

Patrik Kehrli / Christian Linder

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	2256
Beitrag zu SFF	5
Beitrag zu weitem SFF	2, 14 & 16

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	4.22, 5.3, 5.4, 5.6, 9.22, 13.6, 13.9, 13.27, 13.123, 13.199, 18.124, 23.15, 28.78, 28.91, 29.8, 29.13, 29.17, 29.19, 29.21, 29.31, 29.32, 29.37, 29.46
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☐ ja ☒ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Nachhaltige Regulierung von Schadarthropoden im Rebbau

Schadarthropoden im Rebbau

Sustainable management of arthropod pests in vineyards

Emerging pests, invasive pests, vectors, epidemiology, biological control, crop protection, integrated pest management (IPM), indirect pest control, preventive measures, physical pest control, monitoring, organic farming

Ausgangslage und Problemstellung

Öffentlichkeit und Konsumenten fordern zunehmend einen umweltschonenden Rebbau. Rückstände von chemischen Pflanzenschutzmitteln auf Trauben, im Wein, in der Umwelt, im Trinkwasser und in Gewässern, sowie die Schädigung von Nichtzielorganismen gehören zu den Risiken, welche reduziert werden müssen. Der Nationale Aktionsplan zur Risikoreduktion und nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln wird von den Schweizer Winzern umfassende Massnahmen verlangen. Alternative, nachhaltige Bekämpfungsstrategien werden deswegen von allen Seiten eingefordert. Entsprechend sind neue Verfahren, Technologien und Strategien zu entwickeln, welchen den herkömmlichen, chemischen Pflanzenschutz reduzieren oder sogar ersetzen können.

Der Rebbau ist infolge der Zunahme des globalen Warenverkehrs und des fortschreitenden Klimawandels immer häufiger mit neuen Schädlingen und Krankheitsüberträgern (=Vektoren) konfrontiert. Erwähnt sei an dieser Stelle die Einschleppung der Reblaus aus Amerika im 19. Jahrhundert, die Einführung des Vektors der Quarantänekrankheit Flavescence dorée (=Amerikanische Rebzikade) aus Nordamerika im letzten Jahrhundert und aktuell die Einschleppung der Kirschessigfliege und der Marmorierte Baumwanze aus Asien. Neben diesen neuen Schädlingen entwickeln herkömmliche Schädlinge unter den sich wandelnden klimatischen Gegebenheiten auch neue Verhaltensweisen (z.B.

früherer Flug des Traubenwicklers und durchlaufen von zusätzlichen Generationen). Zudem verschiebt sich auch die Verbreitung mediterraner und wärmeliebender Schädlinge Richtung Norden (z.B. Bekreuzter Traubenwickler). Eine nachhaltige Bekämpfung dieser neuen und aufkommenden Schädlinge fordert von den Winzern umfangreiche Fachkenntnisse. Insbesondere vertiefte Kenntnisse zu ihrem Auftreten, zu ihrer Biologie, zu ihrer Ökologie und zu ihrer Regulierung.

Ziele und Forschungsfragen

Ziel dieses Projektes ist es, den Schweizer Winzern die nötigen Kenntnisse zur Verfügung zu stellen, damit sie sich den neuen Gegebenheiten Stellen und angemessen und nachhaltig auf neue Schaderreger reagieren können. Das Projekt gliedert sich hierfür in vier wesentliche Teile:

1) Vertiefung von Grundlagenkenntnissen zur Biologie, Ökologie und Regulierung von etablierten und neu auftretenden Schadarthropoden

Ein neuer möglicher Schädling des Rebberges ist die Marmorierte Baumwanze (*Halyomorpha halys*). Diese polyphage, aus Asien eingeschleppte Art verursacht heute grosse Schäden im Obst- und Gemüseanbau sowie Feld- und Rebbau in Nordamerika und Norditalien. 2004 wurde die Art zum ersten Mal in der Schweiz nachgewiesen und heute ist der Schädling in sämtlichen Landesteilen vorzufinden. Es mehren sich Schadensmeldungen aus den verschiedenen Regionen, insbesondere dem Tessin. In Zusammenarbeit mit den Arbeitsgruppen in den anderen Kulturen (Obstbau, Gemüsebau, Feldbau) gilt es zu klären: wieviele Generationen der Schädling in den verschiedenen klimatischen Regionen der Schweiz durchläuft, wie sich der Schädling ausbreitet, wie stark die einzelnen Kulturen befallen werden und welches seine natürlichen Gegenspieler sind.

Daneben verursachen heute weniger wichtige Schädlinge wie Reblaus, Traubenwickler, Amerikanische Rebenminiermotte oder Grüne Rebkade gelegentlich grössere Schäden im Rebberg. Hier gilt es herauszufinden, welche Faktoren zu ihrem verstärkten Auftreten beitragen haben und wie das natürliche Gleichgewicht wieder hergestellt werden kann.

2) Studium potentieller Vektoren in der Epidemiologie von Phytoplasmen und Viren verursachten Reberkrankheiten

Der Begriff Vektor definiert einen an sich unschädlichen Organismus, der Krankheitserreger (Viren, Bakterien, Phytoplasmen...) von einer Pflanze auf eine andere übertragen kann und dabei zur Ausbreitung der Krankheit beiträgt. In der Landwirtschaft und insbesondere im Rebbau, ist die Epidemiologie dieser Krankheiten komplex, da die meisten Pathogene verschiedene Wirtspflanzen und mehrere Überträger besitzen. Als Überträger fungieren insbesondere Nematoden, Pockenmilben und Insekten der Ordnung Hemiptera (Schildläuse und Zikaden). Diese Vektoren tragen im Rebbau insbesondere zur Verbreitung von Court-noué (Reisigkrankheit), virale Blattrollkrankheiten, Flavescence dorée (Goldgelbe Vergilbung), Bois noir (Schwarzholz) und Pierce's disease (*Xylella fastidiosa*) bei.

Insbesondere die Phytoplasmenkrankheit Flavescence dorée und ihr Hauptüberträger stellen für den Schweizer Rebbau eine riesige Herausforderung dar. Diverse Studien im Tessin und im Ausland haben allerdings aufgezeigt, dass neben der Amerikanischen Rebkade (*Scaphoideus titanus*) auch noch andere Vektoren eine Rolle in der Epidemiologie von Flavescence dorée im Rebberg spielen könnten. Es stellen sich nun folgende Forschungsfragen: Besteht die Gefahr der Krankheitsübertragung durch alternative Vektoren auch nördlich der Alpen? Welches sind die Wirtspflanzen dieser Vektoren? Existieren noch weitere alternative Vektoren südlich der Alpen? Wie hoch ist der Anteil infizierter Individuen in den verschiedenen Landesteilen? Was ist ihre Bedeutung für die Epidemiologie von Flavescence dorée in den verschiedenen Regionen?

Daneben ist der Virus de l'enroulement im Schweizer Rebberg weitverbreitet und verursacht lokal grosse Schäden. Diese Blattrollkrankheit wird von mehreren Schildlausarten übertragen (*Parthenolecanium corni*, *Pulvinaria vitis*, *Helio-coccus bohemicus*...). In der Schweiz ist aktuell wenig bekannt zu den hiesigen Arten, ihrer Verbreitung und ihrer Biologie. Es gilt also abzuklären: aus welchen Arten besteht der heimische Artenkomplex, wie steht es um ihre Verbreitung, welches ist ihr bevorzugter Lebensraum, welcher Anteil ist mit dem Virus infiziert, welche Rolle spielen sie in der Ausbreitung des Virus de l'enroulement.

3) Entwicklung und Umsetzung von integrierten, nachhaltigen Pflanzenschutzstrategien

An erster Stelle stehen vorbeugende Massnahmen, wie z.B. der Anbau unempfindlicher Rebsorten oder die Förderung von natürlichen Gegenspielern im Rebberg. Daneben werden, wo fehlend, Schadschwellen definiert und Entscheidungshilfen zur Verfügung gestellt, damit falls nötig zusätzliche Massnahmen eingeleitet werden. Erste Priorität zur Regulierung von Schadarthropoden haben dabei nicht-chemische Methoden, wie beispielsweise physikalische Barrieren (z.B. Netze und Gesteinsmehle), die Verwirrungstechnik oder ätherische Öle und Repellentien. Ist der Einsatz von herkömmlichen Insektiziden hingegen unumgänglich, so sollen umweltverträgliche und nachhaltige Strategien entwickelt werden, damit sich ihr Einsatz auf das Nötigste beschränkt. Die gestellten Forschungsfragen werden im Folgenden an Hand von zwei Fallbeispielen konkretisiert

- Für die Marmorierte Baumwanze stellen sie beispielsweise folgende Fragen: Kann die Wanze den Geschmack des Weines beeinflussen? Kann eine rebbauspezifische Bekämpfungsschwelle festgelegt werden? Wie kann die Wanze im Rebberg bekämpft und der Schaden limitiert werden?
- In der Regulierung der Amerikanische Rebzikade gilt es folgende Forschungsfragen zu klären: Muss *S. titanus* trotz niedrigem Vorkommen zwingend jeden Frühsommer bekämpft werden? Lässt sich eine nachhaltige Bekämpfungsstrategie finden, welcher der Vektorpopulation und der Krankheitsinzidenz Rechnung trägt? Lässt sich ein Instrument für eine nachhaltige Regulieren der Flavescence dorée Epidemiologie finden, welches auf der Modellierung des Vektors und der Analyse der Landschaftselemente basiert? Könnte die Vektorpopulation auch mittels von alternativen Wirkstoffen wie ätherischen Öle oder Repellentien reguliert werden? Können die in Italien entwickelte Kontrolltechnik zur Unterbindung der Paarung von *S. titanus* mittels der Vibration der Laubwand auch im Schweizer Rebberg getestet und weiter entwickelt werden?

4) Wissenstransfer

Ziel dieses Teiles ist es, das erarbeitete Wissen wird mittels von Präsentation, Merkblättern, Internetseiten, Publikationen... zeitnah und bedarfsgerecht den verschiedenen Kundengruppen zur Verfügung zu stellen. Die Kommunikation der gewonnenen Erkenntnisse erlaubt es den Schweizer Rebbaunern, rechtzeitig, angemessen und nachhaltig auf Schaderreger reagieren zu können. Daneben haben die im Rahmen dieses Projekts durchgeführten Aktivitäten das Potenzial, die öffentliche Wahrnehmung des Pflanzenschutzes zu beeinflussen und das Image des Schweizer Rebbaues in der Bevölkerung zu verbessern.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 5 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Das Projekt „Nachhaltige Regulierung von Schadarthropoden im Rebbau“ soll neue Erkenntnisse zur Biologie, Ökologie, Auftreten und Regulierung von herkömmlichen und neuauftretenden Rebschädlingen liefern. Dieses Wissen bildet die Grundlage für die Festlegung von präventiven und direkten Pflanzenschutzmassnahmen. Es wird nach alternativen Pflanzenschutzmöglichkeiten gesucht und bestehende, alternative Strategien werden optimiert. Die aktive Kommunikation von umsetzbaren Pflanzenschutzstrategien ermöglicht es den Schweizer Winzern, die ökonomischen Schäden durch herkömmliche und neuauftretenden Schädlinge in Grenzen zu halten und ihre Erträge zu sichern. Die Einbettung dieser Regulierungsansätze in der integrierten Produktion erlaubt es, Rückstände von Pflanzenschutzmitteln auf Trauben und im Wein zu verringern und das Risiko für Mensch und Umwelt zu vermindern. Das Projekt leistet so einen signifikanten Beitrag zur Erreichung der Ziele des Nationalen Aktionsplans.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 02: Die gewonnen Erkenntnisse tragen dazu bei, Anbausysteme ökologisch zu optimieren und Erträge zu sichern.

zu SFF Nr. 14: Die Umweltbelastung durch Pflanzenschutzmittel zu reduzieren und die Ökosystemdienstleistungen nachhaltig zu sichern.

zu SFF Nr. 16: Die Artenvielfalt in der Agrarlandschaft zu schützen, Nützlinge zu fördern und somit natürliche Ökosystemleistungen wie biologische Kontrolle von Schädlingen und Bestäubung zu erhöhen.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Neue alternative Pflanzenschutzstrategien, welche auf den Einsatz von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln verzichten und dabei keine wesentlichen Produktionseinbussen zur Folge haben, kommen sowohl der Integrierten Produktion wie auch dem Biolandbau zugute. Der Biorebbau profitiert dabei aufgrund der kleineren Auswahl an zugelassenen Pflanzenschutzmitteln in besonderem Masse.

Material und Methoden (grob skizziert)

Alle gängigen Erhebungs-, Auswerte- und Statistikmethoden. Im Folgenden sind die einzelnen Methoden sowie ein Verweis zum Methodenbeschrieb kurz zusammengefasst:

Methoden	Methodenbeschrieb (Quelle)
Versuchsanordnung	• Montgomery D.C., 2008. Design and analysis of experiments. John Wiley & Sons. • Vilain M., 1999. Méthodes expérimentales en agronomie. TEC & DOC, Paris.
Probennahme	• Boller E., 1984. SZOW 120, 16-17 • Jermini M., Rossi A. & Baillod M., 1992. Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic. 24, (4), 235-239. • Schneider F., 1959. SZOW 68, 293-295 • Southwood T.R.E. & Henderson P.A., 2000. Ecological methods. Blackwell Science Ltd Editorial.

Identifikation	• Freude H., Harde D.K.W. und Lohse G.A..1976-1983 Die Käfer Mitteleuropas, Vol.1–11, Goecke & Evers • Hozinger W.E., Krammerlander, I. & Nickel, H., 2003. Die Zikaden Mitteleuropas. Brill. • Karg W., 1993. Raubmilben. Die Tierwelt Deutschland. Gustav Fischer Verlag, 523 pp. • Leclant F., 1999. Les pucerons des plantes cultivées, clefs d'identification. II Cultures maraîchères. INRA Editions, 99 pp • Leclant F., 1999. Les pucerons des plantes cultivées, clefs d'identification. III Cultures fruitières. INRA Editions, 128 pp • Mound L.A. & Kibby G., 1998. Thysanoptera, an identification guide. CAB International. 70 pp • Seguy E., 1934. Diptères (brachycères). Faune de France 28, Ed.Lecchevalier, 859 pp • Spencer K.A., 1973. Agromyzidae (Diptera) of Economic Importance. W.Junk B.V. 418 pp • Stichel W., 1962. Illustrierte Bestimmungstabellen der Wanzen, (II Europas) Vol. 1-4,
Extraktion	• Bals, I. Baillod M., Baumgärtner J. 1987. Mitt. Ent. Schweiz. Ges. 60, 25-42.
Präparation Mikroskop	• Kreiter S. & De la Bourdonnaye D., 1993. Les typhlodromes, acariens prédateurs. Phytoma supplément au n° 446, 1-7.
Insektenzucht	• Börner K., Fischer E., Heikertinger F. und Fahringer J.,1926. Züchtung der Insekten • Singh P. & Moore R.F., 1985. Handbook for insect rearing Vol. I & II. Elsevier
Wirkungsversuche im Felde	• EPPO Standards : Evaluation biologique des produits phytosanitaires, PP1/152(2) - Mise en place et analyse des essais d'évaluation biologique • EPPO Standards : Evaluation biologique des produits phytosanitaires, PP1/181(3) - Conduite des essais d'évaluation biologique et présentation des rapports • EPPO Standards : Evaluation biologique des produits phytosanitaires, PP1/223(1) - Introduction à l'évaluation biologique des produits phytosanitaires • EPPO Standards : Evaluation biologique des produits phytosanitaires, PP1/264(1) - Mating disruption pheromones • Püntener, W., 1981. Manuel pour essais de plein champ : Protection des végétaux. Ciba-Geigy SA, Bâle.
Wirkungsversuche im Labor	• Charmillot P.J., Pasquier D. & Verneau S., 2004. Efficacité larvicide de différents insecticides incorporés au milieu artificiel d'élevage contre les vers de la grappe 2. Tests sur cochylis <i>Eupoecilia ambiguella</i> et comparaison avec les tests sur eudémis <i>Lobesia botrana</i>. Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic. 36, 191-196. • Charmillot P.J., Pasquier D., Salamin C. & Briand, F., 2006.Efficacité larvicide sur les vers de la grappe <i>Lobesia botrana</i> et <i>Eupoecilia ambiguella</i> de différents insecticides appliqués par trempage des grappes. Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic. 38, 289-295.
Analyse Pheromondispenser	• 01.15.04.35_analyse_diffuseurs

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)	
• Casati P., Jermini M., Quaglino F., Corbani G., Schaerer S., Passera A., Bianco P.A. & Rigamonti I.E., 2017. New insights on Flavescence dorée phytoplasma ecology in the vineyard agro-ecosystem in southern Switzerland. <i>Annals of Applied Biology</i> 171 (1), 37-51. • Rigamonti I., Trivellone V., Jermini M., Fuog D. & Baumgärtner J., 2014. Multiannual infestation patterns of grapevine plant inhabiting <i>Scaphoideus titanus</i> (Hemiptera: Cicadellidae) leafhoppers. <i>Canadian Entomologist</i> 146 (1), 67–79. • Linder C., Kehrli P., Jermini M., Bünter M. & Blaser S., 2017. Distribution du vecteur de la flavescence dorée <i>Scaphoideus titanus</i> en Suisse. <i>Revue Suisse de Viticulture Arboriculture Horticulture</i> 49 (1), 63-65. • Mohekar P., Osborne J., Wiman N.G., Walton V. & Tomasino E., 2017. Influence of Winemaking Processing Steps on the Amounts of (E)-2-Decenal and Tridecane as Off-Odorants Caused by Brown Marmorated Stink Bug (<i>Halyomorpha halys</i>). <i>Journal of Agricultural and Food Chemistry</i> 65 (4), 872-878. • Linder C., Kehrli P. & Viret O., 2016. La Vigne Vol. 2 Ravageurs et auxiliaires. Editions AMTRA, Nyon (Switzerland), 394p. • Polajnar J., Eriksson A., Virant-Doberlet M. & Mazzoni V., 2016. Mating disruption of a grapevine pest using mechanical vibrations: from laboratory to the field. <i>Journal of Pest Science</i> 89 (4), 909-921. • Haye T., Garipey T., Hoelmer K., Rossi J.-P., Streito J.-C., Tassus X. & Desneux N., 2015. Range expansion of the invasive brown marmorated stinkbug, <i>Halyomorpha halys</i>: an increasing threat to field, fruit and vegetable crops worldwide. <i>Journal of Pest Science</i> 88 (4), 665-673. • Chucho J. & Thiéry D., 2014. Biology and ecology of the Flavescence dorée vector <i>Scaphoideus titanus</i>: a review. <i>Agronomy for Sustainable Development</i> 34 (2), 381-403.	

- Kehrli P. & Wratten S.D., 2011. A perspective on the consequences for insect herbivores and their natural enemies when they share plant resources. *ISRN Ecology* **2011**, Article ID 480195, 6 pages.
- Mazzoni V., Lucchi A., Cokl A., Presern J. & Virant-Doberlet M., 2009. Disruption of the reproductive behaviour of *Scaphoideus titanus* by playback of vibrational signals. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 133 (2), 174-185.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Der Schweizer Rebbau ist infolge der Zunahme des globalen Warenverkehrs und des fortschreitenden Klimawandels immer häufiger mit neuen Schaderregern konfrontiert. Ziel ist es, den Winzern die nötigen Kenntnisse zur Verfügung zu stellen, damit sie sich den neuen Gegebenheiten Stellen und angemessen und nachhaltig auf neue Schädlinge reagieren können.

Der Schweizer Rebbau ist infolge des globalen Warenverkehrs und des Klimawandels immer häufiger mit neuen Schaderregern konfrontiert. Ziel dieses Projektes ist es, den Winzern die nötigen Kenntnisse zur Verfügung zu stellen, damit sie angemessen und nachhaltig auf neue Schadarthropoden reagieren können. Insbesondere wird die Biologie und Regulierung von neuauftkommenden Schädlingen (Bsp. *Halyomorpha halys*) untersucht, werden potentielle Vektoren von Rebkrankheiten (Bsp. Flavescence dorée) studiert und werden alternative und nachhaltigere Pflanzenschutzstrategien entwickelt. Das erarbeitete Wissen wird zeitnah und bedarfsgerecht den verschiedenen Kundengruppen zur Verfügung zu stellen. Das Projekt leistet so einen signifikanten Beitrag zur Erreichung der Ziele des Nationalen Aktionsplans.

Genehmigung des Projektes

Datum: 30.10.2017	Visum FGL: stth
Datum: 29.10.2017	Visum FBL / KBL: Gaaa
Datum: 29.10.2017	Visum V SFF: Gaaa



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Agroscope

Programme d'activité

N° de projet

PA 2018-2021

18.05.16.06.01

Désignation abrégée/acronyme du projet (max. 20 caractères)

GC_vir_phytop_bact

N° Domaine

16

Protection des végétaux

N° Groupe

16.6

Virologie et Phytoplasmiologie

Chef-fe de projet/suppléant-e

Santiago Schaerer / Olivier Schumpp

Durée du projet

Début du projet

Fin du projet

4 ans

2018

2021

Projet

Total des jours de travail sans fonds tiers	1060
Contribution au CSR	5
Contribution à d'autres CSR	-

Enquête sur les besoins: contribution à la demande n°	Factsheets N° 3 et 6 Demandes N° 1.24, 1.34, 5.3, 5.4, 9.22, 9.23, 12.61, 12.62, 12.63, 12.66, 13.6, 13.35, 18.124, 18.136, 28.78, 29.15, 29.16, 29.17, 29.31, 29.32, 29.33
Le projet contient des travaux financés par des fonds tiers	☒ oui ☐ non
Le projet contient une contribution à l'agriculture biologique	☒ oui ☐ non

Titre dans la langue originale

Protection durable contre les virus, bactéries et phytoplasmes en grandes cultures

PV durable en grandes cultures contre virus, bactéries et phytoplasmes

Sustainable plant protection in viticulture against viruses, bacteria and phytoplasmas

Plant protection; field crops; diseases; viruses; bacteria; phytoplasmas; quarantine organisms; emerging threats.

Situation initiale et problématique

Au cœur de l'Europe et ouverte sur plusieurs bassins importants de production agricole, l'agriculture Suisse est particulièrement exposée aux problèmes – certains graves – d'ordre virologique, phytoplasmiologique et bactériologique. Ceux-ci sont en constante augmentation de par la globalisation du commerce de plants et de semences et de par l'introduction de nouvelles variétés. De plus, les changements climatiques annoncés et déjà ressentis vont sans aucun doute favoriser l'apparition de nouvelles maladies, et de leurs vecteurs, qui jusqu'alors épargnaient nos régions. Les pertes agricoles subies suite à ces maladies restent importantes malgré les efforts continus en protection des cultures, et qui impliquent l'utilisation massive de produits phytosanitaires.

La persistance des maladies et des traitements phytosanitaires qui leur sont associés, ces derniers également responsables d'une pollution environnementale généralisée, incitent à reconsidérer urgemment les stratégies de protection de nos plantes cultivées. En accord avec une forte demande venant du peuple et celle d'un programme d'action national visant à réduire l'impact des produits phytosanitaires dans l'agriculture suisse, la protection de nos cultures doit désormais intégrer tous les éléments et niveaux de la chaîne de production agricole dans une approche holistique. Celle-ci doit prioritairement réduire l'impact des stratégies de protection végétale, notamment celles mettant en œuvre des intrants, de façon à continuer d'augmenter la productivité et la qualité de nos cultures.

Une lutte à long terme, plus sûre pour le consommateur et plus respectueuse de l'environnement doit cibler l'intégralité des cycles de développement des multiples organismes qui contribuent au développement des maladies. En effet, es

maladies sont l'aboutissement d'une succession d'étapes où interagissent de nombreux acteurs, parmi lesquels les micro-organismes (pathogéniques, synergiques ou antagonistes), les insectes (vecteurs, parasitoïdes, auxiliaires) et les plantes (plantes réservoir, diversité variétale, rotations de cultures). Des facteurs pédoclimatiques modulent de plus la dynamique de chacun de ces systèmes d'interactions.

En Suisse, les ordonnances sur l'utilisation d'organismes dans l'environnement, RS 814.911, sur la protection des végétaux (RS 916.20), sur les semences et plants (RS 916.151.1), sur les plantes fruitières (RS 916.151.2) et sur les plants de vigne (RS 916.151.3) fixent les mesures pour prévenir l'entrée et la dissémination d'organismes dangereux (de quarantaine) et pour produire des semences et des plants de multiplication sains. Dans ce cadre, un diagnostic rapide, fiable et robuste est indispensable. Du fait de la diversité toujours croissante d'organismes pathogènes ou invasifs, en lien avec la mondialisation et le réchauffement climatique, les méthodes et outils diagnostiques sont aussi en perpétuelle évolution. Un effort de recherche et de validation important est consacré à cet effet au sein du groupe de Virologie-Phytoplasmiologie. Ces outils performants sont mis à la disposition des organes décisionnels et des acteurs de terrain en Suisse (OFAG, services phytosanitaires cantonaux, industries et branches professionnelles).

Objectifs et questions de recherche

1. Développement d'outils de diagnostic et de pratiques de contrôle réglementées sur le terrain

- qPCR: amorces pour l'identification des pathogènes en Suisse
- Sérologie: Développement d'anticorps (polyclonaux, monoclonaux, phagedisplay, nanobodies... etc
- Séquençage profond (NGS):
 - Méthodes de séquençage
 - Bioinformatique pour l'analyses des séquences NGS
 - Data mining: recherche de motif pathogénique
 - Développement et validation de stratégies de regroupement d'échantillons
- Elaboration et validation de pratiques de contrôle dans un cadre national et international (COST, EPPO, Euphresco), en soutien des instances nationales et cantonales
- Outils de validation de procédures de contrôle : maintien et développement de collections de bactéries, phytoplasmes et virus anciens et émergents, sur leurs plantes hôte (pommes de terre, soja, orge, etc...)

2. Contrôle et suivi de l'état sanitaire des cultures

- Contrôles ponctuels pour les professionnels
- Epidémiologie : études et suivis à moyen et long terme sur le territoire et mise en place d'essais
- Actions préventives: appui aux filières de production de matériel certifié ou homologué

3. Recherche fondamentale

- Taxonomie: Recherche de diversité et nouveauté virale, phytoplasmiologique et bactérienne sur le territoire (e.g. *Dickeya*, *Ralstonia*, *Pectobacterium*, souches de phytoplasmes responsables du stolbur, souches virales comme PVY, SMV, BYDV)

Contribution concrète au CSR n° 5 (décrire en quelques phrases la contribution concrète et les nouvelles connaissances relatives au CSR, en précisant clairement le lien thématique avec les questions de recherche formulées dans le CSR)

1. Mesures préventives :

- Nous contrôlons l'infestation des semences et boutures en développant des méthodes moléculaires haut débit pour la certification en grandes cultures.
- Nous participons à la prévention de l'introduction d'organismes nuisibles (quarantaine, invasifs, ...), notamment en criblant les importations de matériel végétal sensible ou suspecté de contamination ou destiné à la multiplication.

2. Amélioration du diagnostic :

- Dans le contexte d'une évolution permanente des espèces au niveau de leur classification taxonomique et légale, un diagnostic précis, sensible et fiable des organismes nuisibles est la base sine qua non pour la prévention et le contrôle ciblé.
- Dans le cadre d'une agriculture sans cesse en mutation, les méthodes d'analyse moléculaire les plus récentes et performantes (NGS, TaqMan, LAMP, ...) font l'objet d'adaptations et de développements visant à anticiper, et donc prévenir, l'entrée insoupçonnée de pathogènes dans le territoire.

3. Demande d'expertise :

- Nous fournissons aux autorités fédérales et cantonales l'expertise nécessaire pour la mise en place des pratiques d'éradication ou de confinement d'organismes nuisibles de quarantaine, lorsque'ils sont identifiés sur le territoire.
- Nous garantissons la fourniture de connaissances de base permettant l'application de la loi pour la sécurité de la production, en minimisant l'impact environnemental de cette dernière.

4. Lutte biologique

- L'identification exacte (taxonomie) des organismes pathogènes, de leurs vecteurs et de leurs antagonistes est essentielle dans toute stratégie visant à réduire la pression des maladies, y compris en agriculture bio.

5. Développement des connaissances

- De nombreuses maladies existent, pour lesquelles l'étiologie est mal ou pas comprise. De même, de nombreux organismes présents sur le territoire ont un potentiel pathogène peu ou pas caractérisé. Dans les deux cas, un large spectre de connaissances doit être développé pour identifier des facteurs biotiques (organismes réservoir, vécion alternative, synergie virale,...) et abiotiques (conditions pédo-climatiques, pollution, intrants phytosanitaires dérivants ou mal dosés, ...) susceptibles de contribuer au cycle de ces organismes pathogènes ou au développement de ces maladies mal comprises.)

Contribution à max 3 autres CSR (décrire en quelques phrases la contribution concrète relative aux questions de recherche formulées dans le CSR)

au CSR n°-- :

Utilité principale pour l'agriculture biologique (dans le cas d'une contribution, la décrire concrètement en quelques phrases)

1. Les cultures biologiques sont également touchées (si ce n'est d'avantage) par les maladies à virus, bactéries et phytoplasmes.
2. La surveillance du territoire (maladies émergentes et/ou de quarantaine) est encore plus importante en culture biologique, du fait que cette dernière utilise une plus grande diversité d'espèces et variétés végétales, sur des parcelles plus petites mais plus nombreuses.
3. L'identification exacte (taxonomie) des organismes pathogènes, de leurs vecteurs et de leurs antagonistes est essentielle, en agriculture biologique, dans toute stratégie visant à réduire la pression des maladies: sans connaissances de la nature d'un pathogène donné, il n'y a pas de lutte possible.

Matériel et méthodes (description sommaire)

- Garantir la traçabilité (bases de données, collections de microorganismes et de plantes infectés)
- Approches microbiologiques (Gram, oxydase, lécithinase, etc...)
- Tests immunologiques (ELISA, Immunofluorescence)
- Analyses et R&D par méthodes moléculaires (end point PCR, nested PCR, Real-time PCR, Reverse Transcriptase PCR, stem loop PCR)
- Analyses par microscopie électronique à transmission (T.E.M.)
- Analyses et R&D par séquençage profond (Illumina, pyroséquençage, PacBio, bioinformatique)
- Validation de méthodes sur de grandes séries
- Déplacements sur le terrain et auprès des exploitations pour évaluation du problème et prise d'échantillons en vue d'un diagnostic au laboratoire
- Etablissement de rapports d'analyses et transmission à qui de droit (services phytosanitaires cantonaux, APSD, EPSD)

Bibliographie (toutes dernières connaissances / ne citer que quelques publications propres et étrangères scientifiques et axées sur la pratique)

- Schumpp O, Dupuis B, Bréchon A, Wild W, Frei P, Pellet D, Schaerer S (2016). Diagnostic moléculaire à haut débit pour détecter les viroses des plants de pomme de terre. Recherche Agronomique Suisse. 7(10), 456-465.
- Bohni N, Hofstetter V, Gindro K, Buyck B, Schumpp O, Bertrand S, Monod M, Wolfender J-L (2016). Production of fusaric acid by *Fusarium* spp. in pure culture and in solid medium co-cultures. Molecules. 21(3), 1-16 .
- Ansermet M, Schaerer S, Kellenberger I, Tallant M and Dupuis B (2016). Influence of seed- and soil- borne inocula of *Dickeya* spp. on potato plant transpiration and symptom expression", European Journal of Plant Pathology, First online: 15 January, 1-9.
- de Werra P. , Bussereau F., Kellenberger I., Dupuis B., Schaerer S., Keiser A. Pomme de terre: l'Empire *Pectobacterium* contre-attaque (2015). Recherche Agronomique Suisse. 6(6), 256-263.

Teaser et résumé succinct du projet pour la communication/Internet
(Teaser: max. 400 caractères; résumé succinct: max. 800 caractères, espaces inclus)

Produire une connaissance exhaustive et actualisée des génomes et des cycles de développement des maladies nouvelles, pour les combattre plus efficacement et protéger nos cultures sans impacter l'environnement. Grâce aux toutes dernières avancées technologiques de la recherche, développer des outils de diagnostic toujours plus sensibles et fiables au service de l'agriculture.

Le groupe de virologie et phytoplasmodologie d'Agroscope à Changins diagnostique les maladies à virus, à phytoplasmes et à bactéries des plantes, toutes cultures confondues. Centre national de compétence, nous repérons ou anticipons les maladies graves, épidémiques ou émergentes, souvent de quarantaine, dans le but de protéger nos cultures, ceci dans un contexte de réchauffement climatique et de mondialisation croissante. Pour ce faire, nous développons des outils et des méthodes de diagnostic en microbiologie, sérologie, biologie moléculaire et génétique. Un diagnostic et ses outils, fiables et reconnus internationalement, sont indispensables à une protection des végétaux moderne et durable, pour l'environnement comme pour le consommateur.

Approbation du projet

Date:	18-08-2017	Visa R GR:	srsa
Date:	30-10-2017	Visa R DR / R DC:	Gaaa
Date:	30-10-2017	Visa R CSR:	Gaaa



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Agroscope

Programme d'activité

N° de projet

PA 2018-2021

18.05.16.06.02

Désignation abrégée/acronyme du projet (max. 20 caractères)

VITI_vir_phyt_bact

N° Domaine

16

Protection des végétaux

N° Groupe

16.6

Virologie et Phytoplasmiologie

Chef-fe de projet/suppléant-e

Santiago Schaerer / Jean-Sébastien Reynard

Durée du projet

Début du projet

Fin du projet

4 ans

2018

2021

Projet

Total des jours de travail sans fonds tiers	1712
Contribution au CSR	5
Contribution à d'autres CSR	-

Enquête sur les besoins: contribution à la demande n°	Factsheets N° 3 et 6 Demandes N° 1.24, 1.34, 5.3, 5.4, 9.22, 9.23, 12.61, 12.62, 12.63, 12.66, 13.6, 13.35, 18.124, 18.136, 28.78, 29.15, 29.16, 29.17, 29.31, 29.32, 29.33
Le projet contient des travaux financés par des fonds tiers	☒ oui ☐ non
Le projet contient une contribution à l'agriculture biologique	☒ oui ☐ non

Titre dans la langue originale

Protection durable en viticulture contre les virus, bactéries et phytoplasmes

PV durable en viticulture contre les virus, bactéries et phytoplasmes

Sustainable plant protection in viticulture against viruses, bacteria and phytoplasmas

Plant protection; viticulture; diseases; viruses; bacteria; phytoplasmas; quarantine organisms; emerging threats.

Situation initiale et problématique

Au cœur de l'Europe et ouverte sur plusieurs bassins importants de production agricole, l'agriculture Suisse est particulièrement exposée aux problèmes – certains graves – d'ordre virologique, phytoplasmiologique et bactériologique. Ceux-ci sont en constante augmentation de par la globalisation du commerce de plants et de semences et de par l'introduction de nouvelles variétés. De plus, les changements climatiques annoncés et déjà ressentis vont sans aucun doute favoriser l'apparition de nouvelles maladies, et de leurs vecteurs, qui jusqu'alors épargnaient nos régions. Les pertes agricoles subies suite à ces maladies restent importantes malgré les efforts continus en protection des cultures, et qui impliquent l'utilisation massive de produits phytosanitaires.

La persistance des maladies et des traitements phytosanitaires qui leur sont associés, ces derniers également responsables d'une pollution environnementale généralisée, incitent à reconsidérer urgemment les stratégies de protection de nos plantes cultivées. En accord avec une forte demande venant du peuple et celle d'un programme d'action national visant à réduire l'impact des produits phytosanitaires dans l'agriculture suisse, la protection de nos cultures doit désormais intégrer tous les éléments et niveaux de la chaîne de production agricole dans une approche holistique. Celle-ci doit prioritairement réduire l'impact des stratégies de protection végétale, notamment celles mettant en œuvre des intrants, de façon à continuer d'augmenter la productivité et la qualité de nos cultures.

Une lutte à long terme, plus sûre pour le consommateur et plus respectueuse de l'environnement doit cibler l'intégralité des cycles de développement des multiples organismes qui contribuent au développement des maladies. En effet, les maladies sont l'aboutissement d'une succession d'étapes où interagissent de nombreux acteurs, parmi lesquels les

micro-organismes (pathogéniques, synergiques ou antagonistes), les insectes (vecteurs, parasitoïdes, auxiliaires) et les plantes (plantes réservoir, diversité variétale, rotations de cultures). Des facteurs pédoclimatiques modulent de plus la dynamique de chacun de ces systèmes d'interactions.

En Suisse, les ordonnances sur l'utilisation d'organismes dans l'environnement, RS 814.911, sur la protection des végétaux (RS 916.20), sur les semences et plants (RS 916.151.1), sur les plantes fruitières (RS 916.151.2) et sur les plants de vigne (RS 916.151.3) fixent les mesures pour prévenir l'entrée et la dissémination d'organismes dangereux (de quarantaine) et pour produire des semences et des plants de multiplication sains. Dans ce cadre, un diagnostic rapide, fiable et robuste est indispensable. Du fait de la diversité toujours croissante d'organismes pathogènes ou invasifs, en lien avec la mondialisation et le réchauffement climatique, les méthodes et outils diagnostiques sont aussi en perpétuelle évolution. Un effort de recherche et de validation important est consacré à cet effet au sein du groupe de Virologie-Phytoplasmodiologie. Ces outils performants sont mis à la disposition des organes décisionnels et des acteurs de terrain en Suisse (OFAG, services phytosanitaires cantonaux, industries et branches professionnelles).

Objectifs et questions de recherche

1. Développement d'outils de diagnostic et de pratiques de contrôle réglementées sur le terrain

- qPCR: amorces pour l'identification des pathogènes en Suisse
- Sérologie: Développement d'anticorps (polyclonaux, monoclonaux, phagedisplay, nanobodies...etc)
- Séquençage profond (NGS):
 - . Méthodes de séquençage
 - . Bioinformatique pour l'analyse des séquences NGS
 - . Data mining: recherche de motif pathogénique
 - . Développement et validation de stratégies de regroupement d'échantillons
- Elaboration et validation de pratiques de contrôle dans un cadre national et international (COST, EPPO, Euphresco), en soutien des instances nationales et cantonales
- Outils de validation de procédures de contrôle : maintien et développement de collections de bactéries, phytoplasmes et virus anciens et émergents, sur leurs plantes hôte (vignes, arbres fruitiers et baies)

2. Contrôle et suivi de l'état sanitaire des cultures

- Contrôles ponctuels pour les professionnels
- Epidémiologie : études et suivis à moyen et long terme sur le territoire et mise en place d'essais
- Actions préventives: appui aux filières de production de matériel certifié ou homologué
- Stratégies curatives: thérapie, micro-greffage
- Conservation de têtes de clones homologués en viticulture en abri insect proof

3. Recherche fondamentale

- Taxonomie: Recherche de diversité et nouveauté virale, phytoplasmodiologie et bactérienne sur le territoire (e.g. sous-espèces de *Xylella fastidiosa*, souches de flavescence dorée et de bois noir, souches virales comme GRLaV, GFLV, GRBaV)

Contribution concrète au CSR n° 5 (décrire en quelques phrases la contribution concrète et les nouvelles connaissances relatives au CSR, en précisant clairement le lien thématique avec les questions de recherche formulées dans le CSR)

1. Mesures préventives :

- Nous contrôlons l'infestation des semences et boutures en développant des méthodes moléculaires haut débit pour la certification en grandes cultures, pour la certification immunologique et l'indexage en viticulture, et la certification moléculaire et immunologique en arboriculture fruitière (conservatoires nationaux).
- Nous participons à la prévention de l'introduction d'organismes nuisibles (quarantaine, invasifs,...), notamment en criblant les importations de matériel végétal sensible ou suspecté de contamination ou destiné à la multiplication.

2. Amélioration du diagnostic :

- Dans le contexte d'une évolution permanente des espèces au niveau de leur classification taxonomique et légale, un diagnostic précis, sensible et fiable des organismes nuisibles est la base sine qua non pour la prévention et le contrôle ciblé.
- Dans le cadre d'une agriculture sans cesse en mutation, les méthodes d'analyse moléculaire les plus récentes et performantes (NGS, TaqMan, LAMP, ...) font l'objet d'adaptations et de développements visant à anticiper, et donc prévenir, l'entrée insoupçonnée de pathogènes dans le territoire.

3. Demande d'expertise :

- Nous fournissons aux autorités fédérales et cantonales l'expertise nécessaire pour la mise en place des pratiques d'éradication ou de confinement d'organismes nuisibles de quarantaine, lorsque'ils sont identifiés sur le territoire.
- Nous garantissons la fourniture de connaissances de base permettant l'application de la loi pour la sécurité de la production, en minimisant l'impact environnemental de cette dernière.

4. Lutte biologique

- L'identification exacte (taxonomie) des organismes pathogènes, de leurs vecteurs et de leurs antagonistes est essentielle dans toute stratégie visant à réduire la pression des maladies, y compris en agriculture bio.

5. Développement des connaissances

- De nombreuses maladies existent, pour lesquelles l'étiologie est mal ou pas comprise. De même, de nombreux organismes présents sur le territoire ont un potentiel pathogène peu ou pas caractérisé. Dans les deux cas, un large spectre de connaissances doit être développé pour identifier des facteurs biotiques (organismes réservoir, vécion alternative, synergie virale,...) et abiotiques (conditions pédo-climatiques, pollution, intrants phytosanitaires dérivants ou mal dosés, ...) susceptibles de contribuer au cycle de ces organismes pathogènes ou au développement de ces maladies mal comprises.)

Contribution à max 3 autres CSR (décrire en quelques phrases la contribution concrète relative aux questions de recherche formulées dans le CSR)

au CSR n° ---

Utilité principale pour l'agriculture biologique (dans le cas d'une contribution, la décrire concrètement en quelques phrases)

1. Les cultures biologiques sont également touchées (si ce n'est d'avantage) par les les maladies à virus, bactéries et phytoplasmes.
2. La surveillance du territoire (maladies émergentes et/ou de quarantaine)
3. L'identification exacte (taxonomie) des organismes pathogènes, de leurs vecteurs et de leurs antagonistes est essentielle, en agriculture biologique, dans toute stratégie visant à réduire la pression des maladies: sans connaissances de la nature d'un pathogène donné, il n'y a pas de lutte possible.

Matériel et méthodes (description sommaire)

- Garantir la traçabilité (bases de données, collections de microorganismes et de plantes infectés)
- Approches microbiologiques (Gram, oxydase, lécithinase, etc...)
- Tests immunologiques (ELISA, Immunofluorescence)
- Analyses et R&D par méthodes moléculaires (end point PCR, nested PCR, Real-time PCR, Reverse Transcriptase PCR, stem loop PCR)
- Analyses par microscopie électronique à transmission (T.E.M.)
- Analyses et R&D par séquençage profond (Illumina, pyroséquençage, PacBio, bioinformatique)
- Validation de méthodes sur de grandes séries
- Déplacements sur le terrain et auprès des exploitations pour évaluation du problème et prise d'échantillons en vue d'un diagnostic au laboratoire
- Etablissement de rapports d'analyses et transmission à qui de droit (services phytosanitaires cantonaux, APSD, EPSD)

Bibliographie (toutes dernières connaissances / ne citer que quelques publications propres et étrangères scientifiques et axées sur la pratique)

- Casati P, Jermini M, Quaglino F, Corbani G, Schaerer S, Passera A, Bianco P A & Rigamonti I E (2017). New insights on Flavescence dorée phytoplasma ecology in the vineyard agro-ecosystem in southern Switzerland. *Annals of Applied Biology* 171(1), 37-51.
- Spring J-L, Reynard J-S (2017). Sélection clonale d'Agroscope. *Revue suisse de viticulture arboriculture horticulture*. 49(1), 75-78.
- Reynard J-S, Schneeberger P, Frey J E, Schaerer S (2015). Biological, serological, and molecular characterization of a highly divergent strain of grapevine leafroll-associated virus 4 causing grapevine leafroll disease. *Annual Review of Phytopathology* 105, 2015, 1262-1269.
- Jermini M, Schaerer S, Johnston H, Colombi L, Marazzi C (2014). Dix ans de flavescence dorée au Tessin. *Revue suisse de viticulture arboriculture horticulture*. 46(4), 222-229.

**Teaser et résumé succinct du projet pour la communication/Internet
(Teaser: max. 400 caractères; résumé succinct: max. 800 caractères, espaces inclus)**

Produire une connaissance exhaustive et actualisée des génomes et des cycles de développement des maladies nouvelles, pour les combattre plus efficacement et protéger nos cultures sans impacter l'environnement. Grâce aux toutes dernières avancées technologiques de la recherche, développer des outils de diagnostic toujours plus sensibles et fiables au service de l'agriculture.

Le groupe de virologie et phytoplasmiologie d'Agroscope à Changins diagnostique les maladies à virus, à phytoplasmes et à bactéries des plantes, toutes cultures confondues. Centre national de compétence, nous repérerons ou anticipons les maladies graves, épidémiques ou émergentes, souvent de quarantaine, dans le but de protéger nos cultures, ceci

dans un contexte de réchauffement climatique et de mondialisation croissante. Pour ce faire, nous développons des outils et des méthodes de diagnostic en microbiologie, sérologie, biologie moléculaire et génétique. Un diagnostic et ses outils, fiables et reconnus internationalement, sont indispensables à une protection des végétaux moderne et durable, pour l'environnement comme pour le consommateur.

Approbation du projet

Date:	18-08-2017	Visa R GR:	srsa
Date:	30-10-2017	Visa R DR / R DC:	Gaaa
Date:	30-10-2017	Visa R CSR:	Gaaa



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.05.16.07.01

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

AckerbauPilzkrankheiten

Nr. Bereich.

16 Pflanzenschutz

Nr. Gruppe

16.7	Ökologie von Schad- und Nutzorganismen
12.2	Sorten und Anbautechnik
13.9	Umweltanalytik
14.1	Amélioration des grandes cultures et ressources génétiques
16.1	Phytopathologie Obst- und Gemüsebau
16.3	Protection des végétaux au sud des Alpes
16.4	Mycologie et biotechnologie
18.1	Mikrobiologie pflanzlicher Lebensmittel

Projektleitung/Stellvertretung

Susanne Vogelsang / Stéphanie Schürch

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeits-tage ohne Drittmittel	3980
Beitrag zu SFF	5
Beitrag zu weitem SFF	2, 3, 9, 10, 11

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	1.17, 1.19, 1.20, 1.21, 1.22, 1.24, 1.25, 3.38, 4.15, 4.22, 5.3, 5.4, 5.6, 9.18, 9.21, 9.34, 11.1, 12.35, 12.36, 12.38, 12.40/12.41, 13.196, 13.199, 18.108, 18.109, 18.119, 18.134, 18.135, 18.16, 18.4, 18.56, 18.87, 23.100, 23.15, 23.90, 23.92, 28.1, 28.78
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Vermeidung und biokompatible Bekämpfung von Pilzkrankheiten im Ackerbau

Bio/IP Ackerbau: Vermeidung und Bekämpfung von Pilzkrankheiten

Avoidance and bio-compatible control of fungal diseases in arable crops

Phytophthora, Alternaria, Colletotrichum, Helminthosporium, Exserohilum, Fusarium, Aspergillus, mycotoxin, mould, head blight, ear rot, stalk rot, late blight, silver scurf, black dot, cereals, potato, maize, risk reduction, residues, fungal community, metabolomics, genomics, molecular phylogeny, ecology, diagnostics

Ausgangslage und Problemstellung

Pilzkrankheiten im Ackerbau führen weltweit und in der Schweiz während der Anbauphase und im Lager zu hohen quantitativen und qualitativen Ernteverlusten. Um diese Verluste zu verringern, spielt der Pflanzenschutz in der landwirtschaftlichen Produktion eine zentrale Rolle. Der *Nationale Aktionsplan zur Risikoreduktion und nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln* (NAP PSM) legt den Schwerpunkt auf effiziente, umweltschonende, präventive und nicht-chemische Methoden (Massnahme 6.3.2.1 *Entwicklung von Alternativen zum chemischen Pflanzenschutz*). In vielen Teilbereichen, wie z.B. der biologischen Kontrolle von Schädlingen und Krankheiten im integrierten und im Bio-Ackerbau, fehlt es jedoch an solchen nachhaltigen Methoden, was für die Forschung eine grosse Herausforderung

darstellt. Aufgrund der Bedürfnisabklärungen sowie der Ziele des NAP PSM fokussiert sich das vorliegende Projekt auf drei der wichtigsten Ackerbaukulturen, **Kartoffeln, Getreide und Mais**, und ihre Schaderreger. Im Bio-Landbau stützt sich der Pflanzenschutz primär auf krankheitsvorbeugende Massnahmen, jedoch können auch direkte Bekämpfungsmassnahmen zur Sicherung von Ertrag und Qualität nötig sein.

Die **Kraut- und Knollenfäule** ist weltweit die bedeutendste Krankheit im Kartoffelbau und verursacht grosse, je nach Jahr auch komplette, Ertragsausfälle. Für den Bio-Anbau sind Kupfer-basierte Fungizide bis jetzt die einzige wirksame Lösung. Dieses toxische Schwermetall reichert sich jedoch im Boden an und die Anwendung von Kupfer ist in einigen europäischen Ländern bereits verboten. Die EU strebt an, den Einsatz von Kupfer als Pflanzenschutzmittel generell zu verbieten, was auch den Schweizer Bio-Kartoffelanbau gefährden oder gar verunmöglichen würde.

Silberschorf und die **Colletotrichum-Welke** sind zwei weitere Krankheiten, welche die Kartoffelbranche stark beschäftigen. Die hervorgerufenen Läsionen auf den Knollen sind insbesondere bei den neueren dünnchaligen Sorten und durch den vermehrten Verkauf von gewaschenen Knollen besonders sichtbar. Dies führt zu einer Degradierung der Posten und damit zu grossen finanziellen Verlusten bei den Produzenten und zu einer Ressourcenverschwendung. Zudem sind die befallsbeeinflussenden Faktoren kaum bekannt. Um entlang der Wertschöpfungskette Anbauempfehlungen zur Vermeidung dieser Krankheiten zu entwickeln, ist es von grosser Bedeutung, mit einem interdisziplinären Ansatz grundlegende Kenntnisse zu erarbeiten.

Im Bio-Getreideanbau ist vor allem die Produktion von gesundem, befallsfreiem Saatgut schwierig, da der Einsatz von chemischen Saatbeizmitteln nicht erlaubt ist. Um Ertrags- und Qualitätsverluste zu verhindern, müssen Lösungen in Form von biokompatiblen Beizmitteln erarbeitet werden. Die im vergangenen Arbeitsprogramm entwickelten Verfahren basieren auf thermischen Methoden (z.B. gegen **Stinkbrand, Gerstenflugbrand**) oder Naturstoffen (gegen **Schneeschimmel**), welche zwar sehr effizient sind, jedoch aus ökonomischen und logistischen Gründen den Weg in die Praxis bisher noch nicht gefunden haben. Zudem wäre es wichtig, die Qualität des Saatgutes bereits vor der Saat beurteilen zu können. Dazu müssen effiziente, kostengünstige Nachweismethoden entwickelt werden.

Toxigene Pilze verursachen weltweit grosse Probleme. Befall durch die Erreger der Gattung *Fusarium* führt in Getreide zu Ährenfusariosen und in Mais zu Kolben-/Stängelfäule. Neben den erheblichen Ernte- und Qualitätsverlusten führen toxische Pilze auch zur Belastung des Ernteguts mit gefährlichen Mykotoxinen. Durch unsere Untersuchungen im AP 14-17 wurden die Anbaufaktoren, welche den Befall von Weizen und deren Toxinbelastung beeinflussen, identifiziert und Landwirte, die Beratung sowie die Getreidebranche über befallsvermeidende Anbaufaktoren informiert.

Es ist davon auszugehen, dass der Klimawandel mit extremen Wetterereignissen die Zusammensetzung des *Fusarium*-Artenkomplexes in Weizen verändert. Da unterschiedliche Arten andere Lebenszyklen aufweisen, ist es möglich, dass die bisherig empfohlenen ackerbaulichen Massnahmen nicht ausreichen. Diverse Branchenorganisationen (u.a. swiss granum und der Schweizerische Getreideproduzentenverband) fordern eine zukunftsgerichtete Regulierung von Fusarien. Daher ist es wichtig, zusätzliche Strategien zur Vermeidung zu entwickeln. Dazu gehören Untersuchungen zu sich ändernden toxischen Pilzpopulationen, die biologische Bekämpfung mit pilzlichen Antagonisten sowie die Unterdrückung des Inokulums durch Resistenz-induzierende Naturstoffe und pilzhemmende Zwischenfrüchte.

Mehrere Organisationen der Getreidebranche befürworten den Schweizerischen Anbau von Hafer und Gerste als Lebensmittel. Einige Hafer- und Gerste-Sorten weisen einen hohen Gehalt an gesundheitsfördernden Substanzen auf. Im Rahmen des NFP 69-Projekts „Healthy&Safe“ wurde beispielsweise eine Gersten-Sorte mit besonders hohem β -Glucan-Gehalt identifiziert, die zudem in Feldversuchen die tiefste Deoxynivalenol (DON)-Konzentration aufwies. Die Biologie und Epidemiologie der bei Hafer dominanten *Fusarium*-Arten ist noch unklar. Dies ist problematisch, da diese Arten Toxine bilden, die deutlich giftiger sind als das oben erwähnte DON. Der Schweizer Anbau von Speisehafer birgt dennoch grosse Chancen, da erhebliche Sortenunterschiede bezüglich Mykotoxingehalt gefunden wurden. Weiterhin ist Hafer den anderen Getreidearten gegenüber ernährungsphysiologisch deutlich überlegen. Da Hafer auch weniger anfällig auf Blatt- und Halmkrankheiten ist, eine hohe Stickstoffeffizienz aufweist und vergleichsweise toleranter gegenüber Dürreperioden oder anhaltenden Niederschlägen ist, könnte ein verstärkter Hafer-Anbau einen wichtigen Beitrag für nachhaltige Getreideproduktionssysteme leisten.

Um das Kontaminationsrisiko in Körnermais mit *Fusarium*-Toxinen zu verringern und zu verhindern, dass eine Einführung von Fungizidapplikationen in Erwägung gezogen wird, ist es von grosser Bedeutung, Sorten mit geringer Anfälligkeit zu identifizieren. Sortenversuche liefern dazu wichtige Grundlagen.

Neben *Fusarium*-Pilzen sind Erreger der Gattung *Aspergillus* hoch gefährlich, da sie unter anderem krebserregende Aflatoxine (AFLA) und Ochratoxin A (OTA) bilden, welche durch Futtermittel in Milch- und Fleischprodukte gelangen. Diese Arten sind nicht nur bei ungeeigneten Lagerbedingungen von Bedeutung, da in europäischen Maisfeldern sowie in einzelnen Proben von Körnermais-Agroscop-Sortenversuchen *Aspergillus*-Arten und AFLAs nachgewiesen wurden. Da bislang kaum Kenntnisse zu *Aspergillus*-befallsbeeinflussenden Faktoren vorliegen, ist eine Schweizweite Untersuchung von Praxisproben und die Eruiierung des Einflusses von Anbaufaktoren wichtig, um Empfehlungen zur Vermeidung von AFLA und OTA in Mais zu erarbeiten.

Die klimatischen Bedingungen im Tessin sind besonders förderlich für den Befall von Mais durch toxische Pilze verschiedener Gattungen. Um das Risiko zu verringern, sind Feldversuche vor Ort mit mehreren Sorten und Anbaufaktoren von grosser Bedeutung.

Die durch *Exserohilum turcicum* verursachte **Blattfleckenkrankheit** führt bei Mais zu hohen Ertragsverlusten. Um die besten, an die aktuellen Anbaubedingungen angepassten, Maissorten den Landwirten empfehlen zu können, werden nebst den Eigenschaften zur Anbau- und Verwendungseignung auch Anfälligkeiten gegenüber *E. turcicum* evaluiert.

Eine genaue und zuverlässige **Diagnose von Pflanzenkrankheiten** ist unabdingbar für eine effiziente Bekämpfung. Mehrheitlich werden die Krankheiten von Produzenten, zum Teil auch mit Hilfe von kantonalen Beratern, identifiziert. In manchen Fällen ist eine korrekte Diagnose allein aufgrund sichtbarer Symptome nicht möglich und erfordert mikroskopische und/oder mikrobiologische Methoden, die nur im Labor durchgeführt werden können. Dazu gehört auch der schnelle Nachweis von samenbürtigen Krankheitserregern für Bio-Getreidesaatgut.

Die Branche erwartet vom BLW und damit von Agroscope Unterstützung durch praxisnahe Forschung und Beratung. Die Rückmeldungen in den letzten KPSD-Sitzungen und im Konsultativgruppen-Treffen im 2016 verdeutlichen, dass Agroscope die notwendigen Ressourcen zur Weiterführung der praxisnahen und nachhaltigen Regulierung von Pflanzenkrankheiten im Ackerbau im Rahmen des AP 2018-2021 zur Verfügung stellen muss. Das Erreichen der nachfolgend aufgeführten Ziele in den Bereichen Kraut- und Knollenfäule, Kupferersatz, samenbürtige Getreidekrankheiten sowie der Erhalt der Prognose-Systeme in der geplanten horizontalen FB16-Plattform „Modèles de prévision“ setzen den Ersatz der derzeit vakanten wissenschaftlichen Mitarbeiter-Stelle in der FG 16.7 voraus. Im Kasten „Projektorganisation“ sind die entsprechenden Arbeitstage dieser Stelle mit xy dargestellt.

Ziele und Forschungsfragen

Nachhaltige Regulierung von Kartoffelkrankheiten

Kraut- und Knollenfäule

- Entwicklung von nicht-chemischen und kupferfreien Präparaten zur Regulierung des Erregers der Kraut- und Knollenfäule (*Phytophthora infestans*) im Bio-Kartoffelanbau, welche im früheren Arbeitsprogramm erfolgreich identifiziert wurden (Medizinalpflanzen und Phosphonate), anhand von Klimakammer- und Feldversuchen an verschiedenen Standorten.

Silberschorf und Colletotrichum-Welke

Etude pluridisciplinaire de la dartrose et la gale argentée de la pomme de terre et développement d'une stratégie de lutte holistique tout en minimisant les risques pour la santé et l'environnement.

- Etude de l'épidémiologie de *Helminthosporium solani* (gale argentée) et *Colletotrichum coccodes* (dartrose) pendant la phase de croissance des tubercules. Etude de l'impact de l'état sanitaire du lot de plants sur la fréquence et la sévérité des attaques à la récolte.
- Evaluation de la sensibilité variétale des variétés de consommation à peau fine.
- Développement de traitements post-récolte inoffensifs pour le consommateur et l'environnement. Production d'extraits novateurs bioactifs selon plusieurs stratégies initiées avec succès durant le précédent programme d'activité. Screening *in vitro* de l'efficacité biologiques de ces extraits et d'autres extraits naturels. Pour les extraits montrant une activité fongicide, fractionnement et identification des nouvelles molécules fongicides. Les procédés les plus prometteurs sont retenus pour un test sur tubercules dans des petites unités de stockage.
- Etude du mycobiome (communauté fongique) de l'épiderme des tubercules ainsi que de son évolution au cours de la formation, de la maturation et du stockage des tubercules. Influence de la variété et des conditions pédo-climatiques sur la composition de ce mycobiome. Interaction avec les champignons pathogènes et influence sur la latence ainsi que sur l'expression des symptômes.
- Etude microscopique de la localisation des organismes fongiques impliqués, de l'architecture de l'épiderme de variétés présentant différents niveaux de sensibilité et de la réaction de l'hôte à l'infection.
- Etude métabolomique de variétés sensibles et résistantes pour rechercher des molécules fongitoxiques produites par les tubercules. Evaluation de l'incidence de composés potentiellement toxiques pour la consommation.

Bio-kompatible Regulierung von samenbürtigen Getreidekrankheiten

Entwicklung von biokompatiblen, praxisreifen und ökonomisch sinnvollen, im früheren Arbeitsprogramm erfolgreich überprüften, Beizmethoden (Naturstoffe, thermische Methoden) zur Regulierung von samen- und bodenbürtigen Pilzen (*Tilletia caries*, *T. controversa*, *Ustilago nuda*, *Microdochium majus*) und zur Produktion von gesundem Bio-Getreidesaatgut.

Anfälligkeit von Maissorten auf *Exserohilum turcicum*

Ermittlung von Maissorten aus der Vielfalt des nationalen und internationalen Angebotes, die sich unter schweizerischen Anbaubedingungen in agronomischer, qualitativer und ökonomischer Hinsicht für die Nutzung als Körner- und/oder

Silomais in integrierten und biologischen Anbausystemen eignen. Beschreibung der geeigneten Sorten in Sortenlisten der Branche mit einer Abgabe von Sortenempfehlungen.

Vermeidung und biologische Bekämpfung von toxischen Pilzen in Getreide und Mais

- Entwicklung von nicht-chemischen Verfahren zur Verminderung des Risikos von Fusarienbefall in Weizen, Gerste und Hafer, durch geeignete Anbauverfahren, biologische Bekämpfung, Pilz-unterdrückende Naturstoffe oder Zwischenfrüchte anhand von Klimakammer- und Feldversuchen.
- Prüfung und Entwicklung von Haferanbausystemen zur Produktion von qualitativ hochstehendem Schweizer Speisehafer, welcher frei von Mykotoxinen ist und einen geringen Produktionsmitteleinsatz erfordert.
- Abklärung der Bedeutung von Aflatoxin- und Ochratoxin A-bildenden *Aspergillus*-Pilzen in Mais und Identifizierung des Einflusses von Sorten, Anbausystemen und Klimafaktoren durch Sortenversuche und ein Schweiz-weites Monitoring von Praxisproben.
- Untersuchung der Anfälligkeit von Körnermaissorten auf Fusarien-Kolbenfäule durch Feldversuche mit künstlichen Infektionen.
- Überprüfung von unterschiedlichen Maissorten unter Feldbedingungen im Tessin auf Befall durch toxische Pilze unter natürlichen Infektionsbedingungen.

Entscheidungshilfen und Pilz-Diagnostik

- Optimierung der Entscheidungshilfen für die Praxis, d.h. Entwicklung neuer Nachweismethoden von samenbürtigen Erregern, sowie Monitorings von Krankheitserregern im Getreide- und Kartoffelbau zur Entwicklung von Vermeidungsstrategien für wichtige neu auftretende Krankheiten bzw. neuer Erreger-Populationen.
- Diagnostik von Pilzkrankheiten im Ackerbau (Feld und Lager) und Erhalt von Isolaten in der Mykothek und der Mycoscope-Datenbank von Agroscope, um Forschungsaktivitäten (bspw. Dynamik und Veränderung der Pilzpopulationen), die Entwicklung von geeigneten Regulierungsmassnahmen und eine angepasste Beratung durch die kantonalen Pflanzenschutzdienste zu ermöglichen.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 5 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Dieses Projekt trägt durch die Entwicklung effizienter, umweltschonender und nicht-chemischer Lösungen zur Vermeidung und Regulierung wichtiger Krankheits-Erreger im Ackerbau und damit konkret zum SFF 5 „Nachhaltigen, risikoarmen Pflanzenschutz entwickeln“ bei. Zudem adressieren die Forschungsfragen und Ziele dieses Projekts essentielle Schwerpunkte des NAP PSM und der Bedürfnisabklärung. Allgemein ist eine gute Kenntnis der Biologie und Ökologie von pilzlichen Krankheitserregern die Grundlage für die Entwicklung von Regulierungsstrategien ohne den Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln.

- Durch die Entwicklung von **alternativen Präparaten zur Regulierung der Kraut-und Knollenfäule** wird die Immission von ökotoxikologisch bedenklichen Kupferpräparaten reduziert.
- Die Ergebnisse des systematischen Ansatzes zur **Regulierung des Silberschorfs und der Colletrochium-Welke** erlauben uns, die momentanen Wissenslücken zu schliessen, insbesondere diejenigen des Infektionswegs und der befallsbeeinflussenden Faktoren zum Auftreten und der Befallsstärke.
- Eine **zuverlässige und schnelle Diagnose von Schaderregern** erlaubt es, unnötige Fungizidapplikationen zu vermeiden und eine umfassende und vorbeugende Regulierungsstrategie zu entwickeln.
- Die Entwicklung von **biokompatiblen Lösungen zur Regulierung samen-/bodenbürtiger Pilze** sowie die Qualitätsbeurteilung des Saatguts vor der Aussaat mithilfe neuer Nachweismethoden liefern die Grundlage für gesundes, qualitativ hochwertiges Bio-Saatgut und verringern Qualitätseinbussen aufgrund dieser Erreger.
- Gegenwärtig sind in der Schweiz bei Mais keine Fungizide zugelassen. Der Anbau von **Maissorten mit geringer Anfälligkeit gegenüber toxischen Pilzen und der Blattfleckenkrankheit *E. turcicum*** ermöglicht es, auch in Zukunft in allen Schweizer Anbaugebieten ohne Fungizide auszukommen.
- Die Kenntnis der **Ökologie von Fusarien und Aspergillen sowie zu sich ändernden Erreger-Populationen** erlaubt es, Anbausysteme so anzupassen, dass das Überdauern dieser Pilze nachhaltig verringert wird.
- Durch die Überprüfung und den Einsatz von **alternativen Methoden zur Regulierung von toxischen Pilzen** wird der Einsatz von Fungiziden deutlich reduziert und zur Lebens-/Futtermittelsicherheit beigetragen.
- Der verstärkte Anbau von Mykotoxin-freiem **Speisehafer mit geringem Produktionsmitteleinsatz** fördert die Vielfalt von Getreideanbausystemen und **verringert dadurch den Aufbau von Erregerpopulationen**, welche Getreidekrankheiten verursachen.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 2:

„Ressourceneffiziente Anbaumethoden und -systeme für den Ackerbau und die Spezialkulturen entwickeln“:

- Reduktion des Fungizid-Einsatzes durch Anbaumethoden, welche das Risiko für Pilzbefall in Kartoffeln, Getreide und Mais senken.

- Überprüfung, Entwicklung und gezielte Nutzung natürlicher Prozesse und Regulierungsmechanismen gegenüber Schaderregern im Ackerbau.
- Alternative, nicht-chemische Nacherntebehandlung von Kartoffelknollen, um die Qualität im Lager zu erhalten und Rückstände im fertigen Produkt zu minimieren.
- Entwicklung von praxistauglichen thermischen und bio-kompatiblen Behandlungsmethoden für Getreidesaatgut.

zu SFF Nr. 3:

„Leistungs- und marktfähige Pflanzensorten züchten und anbieten“:

- Aufgrund der sich ändernden Umwelt- und Anbaubedingungen sowie der kontinuierlichen Entwicklung neuer Sorten ist es erforderlich, die verfügbaren Sorten laufend mittels Feldversuchen zu prüfen. Damit wird die Nutzung des Züchtungsfortschritts sichergestellt sowie die Bereitstellung von inländisch produzierten Rohstoffen mit guter Qualität (ohne Toxine) und einem möglichst geringen Einsatz von Pestiziden für die Human- und Tierernährung garantiert. Dabei wird auch die Effizienz (Verhältnis Input zu Output) berücksichtigt, um nachhaltige Anbausysteme zu entwickeln.
- Screening von angepassten Kartoffelsorten mit geringer Anfälligkeit gegenüber Silberschorf und der Colletotrichum-Welke (Verringerung und Verzicht von Fungizidapplikationen).
- Überprüfung der Sortenresistenz gegenüber Fusarien, um das Kontaminationsrisiko zu senken
- Prüfen von alternativen Pflanzen für Regionen, in denen Mais ökologisch und/oder ökonomisch nicht (mehr) anbaufähig ist.

zu SFF Nr. 9:

„Für sichere Lebensmittel mikrobielle Risiken und Antibiotikaresistenz senken“:

Untersuchungen zur biologischen Bekämpfung von Fusarien und zur Vermeidung von Fusarien- und Aspergillen-Mykotoxin-Kontaminationen in Lebensmitteln.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

- Alternativer Ersatz für Kupfer-Produkte.
- Screening Tools zur Überprüfung von angepassten Kartoffel- und Maissorten mit geringerer Krankheitsanfälligkeit, um den Verzicht auf Fungizide zu ermöglichen.
- Entwicklung alternativer und praxisgerechter Beizmethoden gegen samen-/bodenbürtige Getreide-Krankheiten.
- Vermeidung von Mykotoxin-Belastungen in Mais und Getreide.
- Durch Erhöhung der Haferanbaufläche Alternativen zu Weizen und Gerste entwickeln und Getreidekrankheiten eindämmen.
- Entwicklung einer neuen, kostengünstigeren Methode für den Nachweis von gesundem Bio-Getreidesaatgut.

Material und Methoden (grob skizziert)

Kartoffelkrankheiten

Kraut- und Knollenfäule

- Feldversuche in zwei verschiedenen Anbauregionen mit zwei unterschiedlich anfälligen Sorten. Halbkünstliche Infektionen mit *P. infestans* und alternierende Anwendung ausgewählter Medizinalpflanzen-Suspensionen und Phosphonaten. Erfassung der Symptome, des Ertrags und chemische Rückstandsanalyse.

- Untersuchung der Dynamik von *P. infestans*-Populationen (mating types) in der Schweiz anhand von befallenen Blattproben, eingesandt durch KPSD-Vertreter

→ beides nur möglich bei Ersatz der wiss. MA-Stelle in der FG 16.7

Silberschorf und Colletotrichum-Welke

Etude pluridisciplinaire de la dartrose et la gale argentée de la pomme de terre

- Suivi épidémiologique bimensuel de trois lots de plants infectés à des degrés divers plantés à Changins (VD). Détection des infections latentes par PCR. Deux lots de plants issus du commerce et un lot issu de plantules *in vitro* (exemptes de maladies) plantés en 6 lieux à travers la Suisse. Evaluation sévérité et incidence des deux maladies quelques semaines après la récolte.

- Essai variétal au champ: 16 variétés de consommation en 3 lieux. Evaluation sévérité et incidence des deux maladies après 3 mois de stockage.

- Les extraits naturels seront obtenus par extraction de plantes, de cultures fongiques ou de molécules biotransformées enzymatiquement par sonication, séchage (rotavapor, Genvac, lyophilisation). Un fractionnement sera effectué sur SEPAK puis les extraits seront analysés par HPLC-UV. Chaque fraction sera utilisée sur des biotests miniaturisés (essais en plaque) contre plusieurs cibles fongiques. Les extraits fractionnés actifs seront investigués plus en profondeur grâce à notre étroite collaboration avec la plateforme analytique chimique de l'Université de Genève-Lausanne (MPLC, RMN).

- Les biotests et l'activité fongicide ont été optimisés durant le précédent programme d'activité. Les biotests seront effectués à la fois sur l'évaluation de l'activité fongicide ou/et fongistatique directe ainsi que sur l'évaluation de l'effet

préventif et/ou curatif des divers produits testés sur tubercules de pomme de terre. Stockage de 3 mois en petites unités ventilées. Des gammes de concentration seront réalisées afin de déterminer les seuils d'efficacité.

- L'étude du mycobiome de l'épiderme des tubercules de pomme-de-terre sera effectuée par isolation des champignons en culture pure à partir de fragments d'épiderme. Les champignons isolés seront identifiés morphologiquement (macro- et microscopie) et moléculairement (séquençage de marqueur[s] spécifique [s]) et des amorces spécifiques développées au besoin pour détecter les espèces pathogènes. Les champignons isolés seront maintenus vivants dans Mycoscope.
- Suivi des modalités d'infection par analyses en microscopie optique ainsi qu'en microscopie électronique.

Bio-kompatible Regulierung von samenbürtigen Getreidekrankheiten

- Im Rahmen eines KTI-Vorprojekts (Finanzierung fenaco und Hauser-Stiftung) Überprüfung der Praxistauglichkeit von thermischen Behandlungen (u.a. Prototypen mit belüftetem, heissem Dampf; Trockenhitze) bei verschiedenen befallenen Weizen- und Gerste-Posten. Aussaaten im Labor und im Feld zu Erfassung der Erregerreduktion und zur Keimungsfähigkeit.
 - Vorbereitung eines KTI-Projektgesuchs (u.a. mit fenaco und SATIVA).
- Nur möglich bei Ersatz der wiss. MA-Stelle in der FG 16.7
- Parallel wird befallenes Saatgut mittels Elektronen-basierter Prozesstechnologie (siehe Projekt 18.09.18.1.01 DisinfectionAgriFood (niederenergetische, beschleunigte Elektronen mit begrenzter und einstellbarer Eindringtiefe) behandelt und die Wirksamkeit mit thermischen Verfahren verglichen.

Anfälligkeit von Maissorten auf *Exserohilum turcicum*

Durchführung eines Feldversuches an zwei Standorten mit halbkünstlicher Infektion (vermahlenes, befallenes Material) im 6-8 Blattstadium zur Beurteilung der Anfälligkeit der Maissorten auf *E. turcicum*. Getestet werden alle Sorten, die im 1. und 2. Prüffahr stehen sowie bereits eingeschriebene Sorten, die weniger lang als 4 Jahre auf der Liste der empfohlenen Sorten stehen.

Vermeidung und biologische Bekämpfung von toxischen Pilzen in Getreide und Mais

- Schweizweites Monitoring von Gerstenkörner- und Strohproben und Eruierung des Einflusses von Sorte, Anbausystem, Vorfrucht, Bodenbearbeitung, Düngung und PSM-Einsatz (Systemanalyse) auf den Befall (Gesundheitstest), den Pilzgehalt (qPCR) und den Mykotoxingehalt (LC-MS/MS/ELISA). Erarbeitung von Anbauempfehlungen.
- Überprüfung von verschiedenen Formulierungen und Applikationsmethoden (auf Vorfrucht-Ernteresten oder direkt in die Getreideähre) zur Erhöhung der Effizienz von im früheren AP getesteten pilzlichen Antagonisten (insbes. *Clonostachys rosea*) gegen *F. graminearum* in Weizen. Klimakammer- und Feldversuche. Erhebungen wie oben; zusätzlich Erfassung der Symptome im Feld, Ertrag und qPCR zur Erfassung von *C. rosea* in behandelten Ernteresten.
- Untersuchung des Einflusses von verschiedenen Gründüngerpflanzen (nach der Ernte der Vorfrucht, vor der Hauptfrucht Weizen) und Zwischenfrüchten (im Maisvorfrucht-Bestand) auf den Befall von *F. graminearum* in Weizen. Feldversuche mit Erfassung des Bestands, Erhebungen des Ernteguts wie oben beschrieben.
- Test des Einflusses von auf Ernteresten applizierten Naturpflanzen-Suspensionen (u.a. Glucosinolat-haltige Arten) auf den Befall durch *F. graminearum* im Feld (Erhebungen wie oben) und Einfluss auf die Keimung von Konidien und Askosporen im Labor.
- Geplant via KTI-Projekt zusammen mit Fabio Mascher: Testen verschiedener Hafersorten auf ihre Eignung für qualitativ hochstehenden Speisehafer mit geringem Produktionsmittlereinsatz: Durchführung von Feldversuchen in zwei Praxisbetrieben sowie an den Agroscope-Standorten Changins und Reckenholz Hafersorten in drei verschiedenen Anbauregionen (natürlicher Infektionsdruck in der Praxis, künstliche Infektionen an Agroscope-Standorten). Krankheitsbonituren (Fusarien, Kronenrost), Erfassung des Hektoliter-Gewichts, der Schälbarkeit, der Ausbeute und der Flockengrösser nach dem Darren. Messung des beta-Glucangehalts und des Hafer-typischen Antioxidans Avenanthramin.
- Schweiz-weites Monitoring von Körnermais-Praxisproben und Eruierung des Einflusses von Anbaufaktoren und Herkunft (Wetterdaten) auf den Befall (Gesundheitstest) und den AFLA- und OTA-Gehalt (ELISA).
- Feldversuche mit Körnermaissorten, die sich im zweiten Testjahr befinden. Inokulation mit Sporensuspensionen aus *F. graminearum* bzw. *F. verticillioides* in den Seidenkanal. Visuelle Krankheitsbonitur bei Körnerreife.
- Überprüfung von unterschiedlichen Mais-Sorten/-Linien auf den Befall durch toxische Pilze (*Fusarium* spp., *Aspergillus* spp.) unter Feldbedingungen im Tessin und nördlich der Alpen unter natürlichen Infektionsbedingungen. Untersuchung der jeweiligen Pilz-Populationen und Einfluss von Region und Jahr.

Entscheidungshilfen und Pilz-Diagnostik

- Inspection visuelle, au binoculaire et au microscope des parties de plantes malades. Au besoin, réalisation d'isollements sur milieux gélosés. Identification microscopique ou par séquençage d'un ou de plusieurs marqueurs fongiques spécifiques (multilocus sequence typing). Recherche de littérature et proposition de solutions de lutte. Consignation des demandes dans une base de données. Conservation de certaines des souches isolées dans Mycoscope.
- Anhand von Gerste-Saatgutposten mit unterschiedlich hohem *U. nuda*-Befall aus den Ernten 2018 und 2019 soll die Reproduzierbarkeit und Praktikabilität der im früheren AP entwickelten molekularen Nachweismethode untersucht

werden, um zu entscheiden, ob diese Methode in Zukunft bei der Zertifizierung von Bio-Gerstensaatgut routinemässig angewandt werden könnte. Zusätzlich Untersuchung des reproduzierbaren Nachweises in gekeimten Gerstpflanzen. → Nur möglich bei Ersatz der wiss. MA-Stelle in der FG 16.7.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Allard P.M., Peresse T., Bisson J., Gindro K., Marcourt L., Van Cuong P., Roussi F., Litaudon M., Wolfender J.L. (2016). Integration of molecular networking and *in-silico* MS/MS fragmentation for natural products dereplication. *Analytical Chemistry* 88: 3317-3323
- Bohni N., Hofstetter V., Gindro K., Buyck B., Schumpp O., Bertrand S., Monod M., Wolfender J.L. (2016). Induction and occurrence of fusaric acid in solid medium co-cultures including *Fusarium* spp. *Molecules* 21: 370
- Bornemann L., Steingröver P. (2015) Blattkrankheiten im Mais – Anbausysteme optimieren. Online Portal Pflanze der Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Bezirksstelle Bremervörde. <http://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/pflanze/nav/506/article/27571.html>, Abruf 31.08.2017
- Forrer H.R., Musa T., Schwab F., Jenny E., Bucheli T.D., Wettstein F.E., Vogelgsang S. (2014). Fusarium head blight control and prevention of mycotoxin contamination in wheat with botanicals and tannic acid. *Toxins* 6: 830-849
- Guyer A., De Vrieze M., Bönisch D., Gloor R., Musa T., Bodenhausen N., Bailly A., Weisskopf L. (2015). The anti-*Phytophthora* effect of selected potato-associated *Pseudomonas* strains: from the laboratory to the field. *Frontiers in Microbiology* 6: 1309
- Guyer A., Jenny E., Hebeisen T., Bänziger I., Kägi A., Vogelgsang S., Widmer F., Weisskopf L. (2015). Gerstenflugbrand: Molekulare Nachweismethode für Saatgut. *Agrarforschung Schweiz* 6: 534-537
- Lanubile A., Maschietto V., De Leonardis S., Battilani P., Paciolla C., Marocco A. (2015). Defense responses to mycotoxin-producing fungi *Fusarium proliferatum*, *F. subglutinans*, and *Aspergillus flavus* in kernels of susceptible and resistant maize genotypes. *Molecular Plant-Microbe Interactions* 28: 546-557
- Massana Codina J., Schnee S., Dupuis B., Schürch S., Gindro K., Wolfender J.L. (2017). Management of black dot and silver scurf on potatoes: seed tuber as a source of inoculum and natural products for post-harvest treatments. Presented at the 20th Triennial Conference of the European Association for Potato Research, Versailles, France, 9-14 July 2017.
- Mattupalli, Chakradhar et al. (2013) Evaluating Incidence of *Helminthosporium solani* and *Colletotrichum coccodes* on asymptomatic organic potatoes and screening potato lines for resistance to silver scurf. *American Journal of Potato Research* 90: 369-377
- Pasquali M., Beyer M., Logrieco A., Audenaert K., et al., Vogelgsang S. (2016). A European database of *Fusarium graminearum* and *F. culmorum* tricothecene genotypes. *Frontiers in Microbiology* 7: 406
- Schöneberg A., Musa T., Voegelé R.T., Vogelgsang S. (2015). The potential of antagonistic fungi for control of *Fusarium graminearum* and *Fusarium crookwellense* varies depending on the experimental approach. *Journal of Applied Microbiology* 118: 1165-1179
- Schöneberg T., Jenny E., Wettstein F.E., Bucheli T.D., Mascher F., Bertossa M., Musa T., Keller B., Seifert K., Gräfenhan T., Vogelgsang S. (in press). Occurrence of *Fusarium* species and mycotoxins in Swiss oats - Impact of cropping factors. *European Journal of Agronomy*
- Schöneberg T., Martin C., Wettstein F.E., Bucheli T.D., Mascher F., Bertossa M., Musa T., Keller B., Vogelgsang S. (2016). *Fusarium* and mycotoxin spectra in Swiss barley are affected by various cropping techniques. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 33: 1608-1619
- Schürch S. (2016). Fusariose du maïs: évaluation de la sensibilité des variétés cultivées en Suisse. *Recherche Agronomique Suisse* 7: 64-71
- Vogelgsang S., Musa T., Bänziger I., Kägi A., Bucheli T.D., Wettstein F.E., Pasquali M., Forrer H.R. (2017). *Fusarium* mycotoxins in Swiss wheat: A survey of growers' samples between 2007 and 2014 shows strong year and minor geographic effects. *Toxins* 9: 246. <http://www.mdpi.com/2072-6651/9/8/246>
- Zwick V., Allard P.M., Ory L., Simoes-Pires C., Marcourt L., Gindro K., Wolfender J.L., Cuendet M. (2017). UHPLC-MS-based HDAC assay applied to bio-guided microfractionation of fungal extracts. *Phytochemical Analysis* 28: 93-100

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Dieses Projekt liefert die Grundlagen für die nachhaltige Regulierung von Kartoffel-, Getreide- und Maiskrankheiten. Voraussetzung dafür ist eine vertiefte Kenntnis der Biologie der Schaderreger durch Labor-, Klimakammer- und Feldversuche. Dadurch werden präventive und bio-kompatible Strategien entwickelt, die den Produzenten ermöglichen, qualitativ hochstehende und sichere Nahrungsmittel zu produzieren.

Pilzkrankheiten im Ackerbau führen weltweit und in der Schweiz zu hohen quantitativen und qualitativen Ernteverlusten. Der Nationale Aktionsplan Pflanzenschutzmittel legt den Schwerpunkt auf effiziente, umweltschonende, präventive und nicht-chemische Methoden. Das vorliegende Projekt fokussiert sich auf drei der wichtigsten Ackerbaukulturen, Kartoffeln, Getreide und Mais, und ihre Schaderreger. Die Ziele sind der Ersatz von Kupfer im Bio-Kartoffelanbau, die Reduktion des Silberschorfs und der Colletotrichum-Welke durch ein verbessertes Verständnis ihrer Biologie, thermische Behandlung von Getreide zur Produktion von gesundem Biosaatgut, *Exserohilum turcicum*-resistente Mais-sorten sowie die Entwicklung von Anbaumethoden und die biologische Bekämpfung von toxischen Pilzen in Mais und Getreide.

Genehmigung des Projektes

Datum: 08.09.2017	Visum FGL: VOSU
Datum: 31.10.2017	Visum FBL / KBL: Gaaa
Datum: 31.10.2017	Visum V SFF: Gaaa



SFF 6

Tierrgerechte Haltung und Tiergesundheit stützen und fördern

AutorInnen	Stefan Rieder, Hans Dieter Hess, Stephan Pfefferli
Begleitende WissenschaftlerInnen	Beat Wechsler
Verantwortliche/r BereichsleiterIn	Hans Dieter Hess
Research Peer	Giuseppe Bee

Zusammenfassung

In der Schweiz sind die Erwartungen der Gesellschaft an die Qualität tierischer Produkte, an eine tierrgerechte Haltung und Fütterung sowie an das Tierwohl sehr hoch. Die Bedürfnisse dürften in Zukunft weiter zunehmen und sich mit der Globalisierung und Zuwanderung wandeln, gerade auch bezüglich der Ernährungsgewohnheiten. In nachhaltigen Produktionssystemen sollten Tiere auf bestmögliche Weise gehalten werden, um ihre Gesundheit und ihr Wohlbefinden zu gewährleisten und um optimale Leistungen zu erzielen.

Für die Weiterentwicklung der Tierhaltung in der Schweiz ist es wichtig, dass der Sektor mit neuen gesellschaftlichen Trends und Bedürfnissen zurechtkommt und in sensiblen Bereichen wie beispielsweise Tierwohl, Medikation und Resistenzbildungen Verantwortung übernimmt. Mit der gezielten Nutzung neuer Technologien können unter anderem die Ressourceneffizienz und Wirtschaftlichkeit in der Tierhaltung gesteigert werden, aber auch das Tierwohl und die Gesundheit der Tiere verbessert werden.

Ausgangslage und Hintergrund

Gesellschaftliche Erwartungen an die Tierhaltung und -nutzung: Produktion gesunder tierischer Produkte, die den hohen und sich wandelnden Ansprüchen der Gesellschaft betreffend tierrgerechter Haltungssysteme, Fütterung, verantwortungsvolle Zucht, Vermeidung von Leiden, Schmerzen, Erbkrankheiten, etc. genügen und optimal vermarktet werden können.

Tierwohl – Ökologie – Ökonomie. Optimierung von tierrgerechten Haltungssystemen und Nutzungsmethoden hinsichtlich des Tierwohls (Tierschutz), ihres ökologischen Fussabdruckes (Emissionen, Medikamenteneinsatz, Resistenzbildungen) sowie ökonomischen und arbeitswirtschaftlichen Gesichtspunkten (Einkommen).

Tierrgerechte Haltung, Nutzung und Fütterung, neue Technologien: Neue Erkenntnisse zur Biologie unserer Nutztiere (z.B. Indikatoren für Tierwohl und zur Früherkennung von gesundheitlichen Beeinträchtigungen) sowie neue technische Innovationen (z.B. Slowfeeding systems für Pferde) ermöglichen Optimierungen von Haltungssystemen und Nutzungsmethoden sowie eine effiziente, artgerechte Fütterung.

Nationales und internationales Forschungsumfeld

Die hohen Erwartungen der Gesellschaft in der Schweiz an eine tierrgerechte Haltung der Nutztiere finden ihren Ausdruck in einer im weltweiten Vergleich sehr fortschrittlichen Tierschutzgesetzgebung. Um das Tierwohl zu garantieren und zu verbessern, besteht Bedarf kontinuierlich neu auftretende Forschungsfragen zu bearbeiten. Besondere Herausforderungen bieten dabei technische Entwicklungen (z.B. Automatisierung, Vergrösserung der Herdengrössen, computergesteuertes Management), die sowohl positive als auch negative Effekte auf das Tierwohl haben können. In der Tierschutzgesetzgebung verankert ist das Prüf- und Bewilligungsverfahren von serienmässig hergestellten Aufstallungssystemen und Stalleinrichtungen für landwirtschaftliche Nutztiere. Für Wiederkäuer und Schweine wird das Verfahren vom Zentrum für tierrgerechte Haltung in Tänikon (ZHT) durchgeführt, das von Agroscope zusammen mit dem Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV) betrieben wird. Darüber hinaus führt dieses Kompetenzzentrum Forschungsprojekte zu aktuellen, tierschutzrelevanten Problemen der Haltung von Wiederkäuern und Schweinen durch und erarbeitet wissenschaftliche Grundlagen für die Verbesserung bestehender und die Entwicklung neuer, tierrgerechter Haltungsformen. Die Tätigkeiten des ZHT werden durch vergleichbare Aktivitäten zu Geflügel und Kaninchen am Aviforum in Zollikofen ergänzt. Innerhalb von Agroscope werden im Bereich Equiden analoge Aufgaben am Schweizer Nationalgestüt (SNG) wahrgenommen. Der Fokus liegt dort neben den Fragen zur Tierhaltung primär im Bereich Optimierung des Tierwohls und der Sicherheit in der Nutzung von Pferden. Weiter gibt es aus der Gruppe Arbeit, Bau und Systembewertung von Agroscope Beiträge zur Verbesserung des Tierwohls bei Rindern und Schweinen. Auch an der ETH Zürich, am FiBL

und an der Universität Bern sind Gruppen im Bereich Tierschutz und Tierwohl tätig. Alle diese Forschungsgruppen pflegen themenspezifischen Austausch miteinander und arbeiten projektbezogen zusammen.

Im Bereich Tiergesundheit hat das BLV in Zusammenarbeit mit den Kantonalen Veterinärämtern die Tiergesundheitsstrategie Schweiz 2010+ erarbeitet. Diese nationale Strategie zur Verbesserung der Tiergesundheit verfolgt 5 Handlungsfelder: Prävention, Krisenvorsorge, Bekämpfung von Zoonosen, Tierseuchen und weiteren, wirtschaftlich bedeutenden Tierkrankheiten, internationale Zusammenarbeit sowie Wissenschaft, Forschung und Entwicklung. Für das Generieren von qualitativ hochstehenden wissenschaftlichen Grundlagen für die Bearbeitung dieser Handlungsfelder sucht das BLV die Kooperation mit externen Partnern. Im Rahmen der Ressortforschung des BLV werden Projekte zur Förderung der Tiergesundheit bei landwirtschaftlichen Nutztieren und Bienen finanziert. Agroscope verfolgt im Bereich Tiergesundheit einen ganzheitlichen Ansatz: Gesunde Nutztiere generieren optimale Leistungen und erzeugen qualitativ hochwertige Produkte. Insbesondere im Bereich der Tierernährung und der Tierhaltung betreibt Agroscope zusammen mit Partnern eigene Forschung zu Fragestellungen der Tiergesundheit. Dabei stehen ernährungsbedingte Krankheiten bei Wiederkäuern und Schweinen sowie haltungsbedingte Erkrankungen, Stress und Verhaltensstörungen bei allen Nutztieren im Vordergrund. Mit der amtlichen Futtermittelkontrolle (AFK) trägt Agroscope zur «one health» Strategie bei. Besonders eng ist die Zusammenarbeit von Agroscope in der Forschung mit der Vetsuisse-Fakultät der Universität Bern. Die beiden Institutionen betreiben gemeinsam das Institut für Bienengesundheit (IBH) und das Institut Suisse de Médecine Equine (ISME). Die Vetsuisse-Fakultät der Universität Bern ist zudem Mieter von Infrastruktur am Standort Posieux für das Institut für Physiologie. Besondere Beachtung dürften in Zukunft im Zusammenhang mit der Tiergesundheit Forschungsprojekte erhalten, mit denen beurteilt werden kann, ob die Grenzen der Anpassungsfähigkeit von landwirtschaftlichen Nutztieren bei fortschreitender Zucht auf Leistung überschritten werden. Eine Strategie von Agroscope ist es auch, mit züchterischen Massnahmen darauf hinzuwirken, dass gesunde und robuste Tiere erzeugt werden (SFF 7 «Tiergenetik und Tierzucht für eine standortangepasste Nutztierhaltung einsetzen»).

Ergänzend zur Tiergesundheitsstrategie Schweiz 2010+ des BLV wurde die Nationale Strategie Antibiotikaresistenzen StAR lanciert (SFF 9 «Für sichere Lebensmittel mikrobielle Risiken und Antibiotikaresistenz senken»). Bei diesem Projekt lauten die 8 Handlungsfelder: Überwachung, Prävention, sachgemässer Einsatz von Antibiotika, Resistenzbekämpfung, Forschung und Entwicklung, Kooperation, Information und Bildung sowie Rahmenbedingungen. Für Agroscope ergeben sich hierbei insbesondere Forschungsmöglichkeiten im Handlungsfeld Prävention. Gute Hygiene, eine geeignete Fütterung sowie eine angepasste Tierhaltung können entscheidend dazu beitragen, den Gesundheitszustand der Tiere zu verbessern und den Antibiotikaeinsatz zu verringern. Besondere Beachtung verdient dabei die Aufzucht junger Tiere, wenn diese aus verschiedenen Betrieben zusammengebracht und mit zahlreichen für sie unbekannten Erregern konfrontiert werden. Ihr Immunsystem ist noch wenig ausgebildet, weshalb sie häufig an Magen-Darm- oder Atemwegskrankheiten erkranken, die mit Antibiotika bekämpft werden. Hier sollen mittels gezielter und interdisziplinärer Forschung Wissenslücken geschlossen werden (Handlungsfeld Forschung und Entwicklung). Auch die Wirkung präventiver Massnahmen soll mit Studien überprüft werden.

International werden die Bereiche Tierhaltung, Tierwohl und Tiergesundheit im Rahmen von forschungsbezogenen Kooperationen (ERA-Net) bearbeitet und finanziert. Anfang 2016 wurde hierzu eine Ausschreibung mit dem Titel Sustainable Animal Production Systems (SusAn) lanciert (in der Nachfolge des ERA-Net ANIHW – Animal Health and Welfare). Bei den Zielsetzungen dieser neuen Ausschreibung ist folgender Punkt aufgeführt, der sich weitgehend mit den oben ausgeführten Strategien der Schweiz deckt: «To develop systems meeting societal needs and values, for example high standards of animal health and welfare, including minimising the use of antibiotics to limit the risk and development of antibiotic resistance, and avoid resistance to other therapeutics». Im 2012 veröffentlichte die EU eine «Strategy on animal welfare» und lancierte dazu ein mehrjähriges Programm mit dem Titel «Welfare Quality». Die OIE (World Organisation for Animal Health) unterstützt den Bereich Tierschutz mit einem strategischen Plan (seit 2001), wobei der Fokus auf der Etablierung von internationalen Standards beim Umgang mit Nutztieren (Haltung, Transport, Schlachtung) und nicht bei der Forschung liegt. Die Animal Task Force (ATF), eine europäische Plattform, die sich für eine nachhaltige Nutztierhaltung einsetzt, unterstreicht in ihren aktuellen Positionspapieren u.a. die hohe gesellschaftliche und wirtschaftliche Bedeutung des Tierwohls und der Tiergesundheit für die Zukunft des Nutztiersektors in ganz Europa. Die Schweiz ist in der ATF durch Agroscope vertreten.

Es ist davon auszugehen, dass in den kommenden Jahren international noch weitere Studien durchgeführt werden, mit denen tierbezogene Indikatoren (animal-based indicators), die im EU-Projekt Welfare Quality erarbeitet wurden, im Hinblick auf deren Validität und Reliabilität überprüft und weiterentwickelt werden. Sowohl national als auch international von Interesse sind auch Studien, in denen versucht wird, automatisierte Erfassungsmethoden (z.B. Bewegungssensoren, Ortungssysteme, Temperatursensoren, Thermographie, automatisierte Bildanalyse etc.) für die Beurteilung des Tierwohls zu entwickeln bzw. aus anderen Forschungsgebieten auf Untersuchungen zur Beurteilung der Haltung und Gesundheit von Nutztieren zu übertragen. So finanziert die EU aktuell die Cost-Action DairyCare bei der es unter anderem um die Entwicklung von Indikatoren zur Erfassung des Wohlbefindens und zur Früherkennung von Gesundheitlichen Beeinträchtigungen bei Milchkühen geht. Bei den Schweinen

besteht in der EU die Absicht, auf die Kastration der Eber für die Mast zu verzichten und das Kupieren der Schwänze so weit wie möglich einzuschränken. Entsprechend werden voraussichtlich weitere Studien zu Haltungsfragen bei der Ebermast (Aggressionen, Aufreiten) und zur Beschäftigung von Schweinen mit unkupierten Schwänzen durchgeführt werden. Erst kürzlich wurde in diesem Zusammenhang die Cost-Action IPEMA (Innovative Products: Entire Male Approach) lanciert. Bei dieser Action wird es darum gehen, das international vorhandene Wissen bezüglich Fleischproduktion mit Ebern und Immunokastraten zu bündeln und dieses vor allem den osteuropäischen Ländern zugänglich zu machen. Von Interesse sind auch Untersuchungen, die Indikatoren herausarbeiten, mit denen das Auftreten von Kannibalismus frühzeitig erkannt werden kann. Im Bereich der Milchviehhaltung arbeiten derzeit mehrere Forschungsgruppen daran, die Haltung und das Management dahingehend zu verbessern, dass der Anteil der Tiere, die an Lahmheit leiden, reduziert werden kann. Auch hier werden automatisierte Methoden entwickelt und erprobt, die eine Früherkennung von Tieren erlauben, die eine Lahmheit entwickeln. Bei den technischen Neuerungen in der Nutztierhaltung, die vertieft untersucht werden dürften, stehen automatisierte Fütterungsmethoden (z.B. Fütterungsroboter bei Milchkühen) und neue Materialien zur Verbesserung der Liegeplatzqualität (Gummimatten bei Schweinen, Sandbettwaben bei Milchkühen) im Vordergrund.

Honigbienen, Wildbienen und andere Insekten bestäuben viele Pflanzen und sind damit unerlässlich für eine produktive Landwirtschaft, gesunde Ernährung und eine vielfältige Natur. Die Blütenbestäuber sind jedoch in Bedrängnis, auch in der Schweiz. Die Honigbiene hat mit zahlreichen Problemen zu kämpfen, und wildlebende Bestäuber zeigen bedenkliche Abnahmen ihrer Individuen- und Artenzahlen. Überall auf der nördlichen Hemisphäre verzeichneten Honigbienen in den letzten 10 Jahren erhöhte Völkerverluste. Auch nach mehreren Jahren internationaler Forschung konnte kein einzelner Faktor als alleinige Ursache dafür identifiziert werden. In der Wissenschaft ist man sich heute einig, dass diese Verluste hauptsächlich auf bestimmte Bienenkrankheiten (Parasiten, Viren, Bakterien) und auf das Zusammenwirken verschiedener biotischer und abiotischer Faktoren zurückzuführen sind. Dabei spielt auch die Art der Haltung der Bienen eine Rolle. Diese Faktoren können sich regional unterscheiden und erschweren somit die Identifikation der Ursachen. Die Schweiz wie verschiedene andere Länder haben Massnahmen zum Schutz und zur Stärkung von Honig- und Wildbienen getroffen. In der Schweiz publizierte eine Expertengruppe im Auftrag des Bundesrates 2014 einen Bericht mit Vorschlägen für einen nationalen Aktionsplan zur Förderung der Bienengesundheit. Daraus resultierte der Massnahmenplan des Bundesrates vom Mai 2014. Im 2010 publizierte das United Nations Environment Programme (UNEP) einen Bericht zur globalen Situation der Bestäuberinsekten und zeigte verschiedene Massnahmen und Initiativen zum Schutz und zur Förderung derselben auf. Bekannt ist etwas das COLOSS Netzwerk oder auch aktuell der «Varroa Call» im Rahmen von Horizon 2020. In der Schweiz bilden das Zentrum für Bienenforschung von Agroscope (ZBF), das Institut für Bienengesundheit der Universität Bern und Agroscope (IBH) und der Bienengesundheitsdienst (BGD) von Bund, Kantonen und Bienenbranche zusammen eine in dieser Form in Europa einmalige Einheit. ZBF und IBH betreiben Forschung mit starkem Fokus auf Fragen rund um die optimierte Bienenhaltung sowie die Bienengesundheit. Der BGD ist dem Wissenstransfer und der Beratung gemäss Tierseuchengesetzgebung verpflichtet. ZBF und IBH sind weltweit vernetzt und gehören zu den weltweit führenden Teams in diesem Sektor. In der Schweiz arbeitet auf Stufe Agroscope auch eine führende Gruppe am INH zu Wildbestäubern (SFF 16 «Vielfalt der Arten und Lebensräume der Agrarlandschaft fördern und nutzen»). Die primären Forschungsfragen zu Haltung und Gesundheit der Bestäuberinsekten betreffen weltweit mehrheitlich folgende Themenbereiche: Analyse und Monitoring der Populationsentwicklungen und des Gefährdungsstatus, Erarbeitung von Massnahmen für eine nachhaltige Imkerei, Forschung zur Biologie und Gesundheit der Bestäuber, insbesondere zu kurz- bis langfristigen Einflüssen von potenziellen und teilweise wechselwirkenden Gefährdungsfaktoren (u.a. lokale und invasive Parasiten, Viren und Bakterien, landwirtschaftliche Praktiken, Habitatverluste und Nahrungsangebot), Untersuchung der Ursachen für die Verluste von Honigbienenenvölkern.

Die drei wichtigsten Fragen, die sich national und international zur Thematik des SFF stellen, sind:

- Frage 1: Wie wirken sich technische Entwicklungen in der Nutztierhaltung auf das Wohlbefinden und die Gesundheit der Tiere, den Antibiotikaeinsatz und die Wirtschaftlichkeit der Nutztierhaltung aus, und wie kann das Wohlbefinden objektiv und möglichst automatisiert erfasst werden?
- Frage 2: Wo werden durch die fortschreitende Zucht auf Leistung die Grenzen der Anpassungsfähigkeit der Tiere überschritten, und welche maximalen Leistungen sind aus Sicht des Tierwohls in den einzelnen Produktionssystemen vertretbar?
- Frage 3: Welches sind die primären Ursachen und Wechselwirkungen die zu systematischen Verlusten bei Bienenvölkern führen, und durch welche imkerlichen Massnahmen können Gesundheit und funktionelle Diversität substantiell gefördert werden?

Stellung und Positionierung von Agroscope im Forschungsfeld

Die Schweizer Tierschutz- und Tierhaltungsforschung ist weltweit anerkannt und erzielt immer wieder Pionierleistungen. Die von Agroscope gebotene Infrastruktur, die Versuchstiere, die Kompetenz, Erfahrung und das umfassende Netzwerk der Mitarbeitenden sind zentrale Erfolgsfaktoren und Alleinstellungsmerkmale. Die Tierhaltungs- und Tierwohlforschung ist in der Schweiz überschaubar. Die Gruppen arbeiten weitgehend synergistisch oder

projektbezogen in direkter Form eng zusammen. Die inhaltlichen Schwerpunkte der Gruppen unterscheiden sich in erster Linie durch die gesetzlichen Grundlagen je nach Tierart und aufgrund artspezifischer Fragestellungen. Das Thema Tiergesundheit ist bei Agroscope auf die Bereitstellung von optimalen Rahmenbedingungen für die tierische Produktion (Haltungssysteme, Weide, Qualität und Art der Ernährung) fokussiert und nur in wenigen projektbezogenen Fällen auf klinische Fragen oder Fragen rund um infektiöse Erkrankungen. Letztere werden primär als Gebiete der Vetsuisse Fakultäten betrachtet. Schnittstellen zur Tiergesundheit gibt es bei Agroscope im Bereich Tierzucht/Genetik – Zucht auf gesunde Tiere, Vermeidung von Erbfehlern, Erfassung von Phänotypen zur Selektion auf Langlebigkeit, etc. – sowie im Bereich ICT – Entwicklung und Implementierung von elektronischen Geräten zur Überwachung von Nutztieren, im Hinblick auf die Früherkennung/Prävention von Krankheiten (z.B. Zellzahlen) oder auch Verletzungen (z.B. Lahmheitsdiagnostik). Weitere Schnittstellen ergeben sich im Rahmen der erwähnten StAR Initiative (SFF 9 «Für sichere Lebensmittel mikrobielle Risiken und Antibiotikaresistenz senken»). Die enge Zusammenarbeit von Agroscope mit der Vetsuisse Fakultät der Universität Bern bietet insbesondere Studierenden der Veterinärmedizin, aber auch Studierenden im graduierten Programm (PhD) der Graduate School for Cellular and Biomedical Sciences (GCB) der Universität Bern besondere Vorteile.

Das Zentrum für Bienenforschung (ZBF) forscht für die Bedürfnisse der Bienenhaltung und Imkerei. Es erarbeitet Grundlagen zur Sicherstellung der flächendeckenden Bestäubung von Kultur- und Wildpflanzen in der Schweiz und weltweit. Das ZBF erforscht, entwickelt und vermittelt aktuelle wissenschaftliche und technische Grundlagen im Bereich der Bienengesundheit, der Bienenhaltung und Zucht, der Honigproduktion und -qualität und fördert damit die beste imkerliche Praxis. Die Suche nach Erklärungen für die massiven Völkerverluste, die Entwicklung effizienter Methoden zur Bekämpfung der Varroa-Milbe und der europäischen Faulbrut, sowie weiterer Einflussfaktoren auf die Bienengesundheit, kommt besondere Bedeutung zu. Die Expertise des ZBF im Bereich Bienenpathologie wird durch die Tätigkeit als Referenzlabor für Bienenseuchen im Auftrag des Bundesamtes für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV) verstärkt. Zusammen mit der Vetsuisse Fakultät der Universität Bern betreibt Agroscope das Institut für Bienengesundheit (IBH). Die enge Zusammenarbeit mit der im 2012 neu gegründeten Professur und dem seit 2013 tätigen Bienengesundheitsdienst (BGD) steigern die Wirkung des ZBF zusätzlich. Innerhalb von Agroscope ist weiter die Gruppe «Indikatoren für Monitoring und Evaluation der Biodiversität in der Landwirtschaft» in Fragestellungen rund um Wildbestäuber tätig. Die Verbindung von ZBF, IBH und BGD ergänzt durch die Kompetenzen der Wildbienenexperten bei Agroscope ist für die Schweiz und sogar europaweit einmalig.

Ausserhalb von Agroscope gibt es an vielen Universitäten Kompetenzen im Bereich Entomologie. Die inhaltlichen Schwerpunkte sind jedoch anderer Art als diejenigen, die durch ZBF, IBH und BGD abgedeckt werden. Mit Gruppen der Universität Lausanne und Neuenburg pflegt das ZBF besonders enge themenspezifische Kontakte. So promovieren etwa die Doktorierenden bei Agroscope im Bereich Bestäuber in der Regel entweder in Bern (IBH), Lausanne oder Neuenburg. Die Schweizer Bienenforschung ist weltweit anerkannt und erzielt immer wieder Pionierleistungen. Die von Agroscope gebotene Infrastruktur, die Versuchsvölker, die Kompetenz, Erfahrung und das umfassende Netzwerk der Mitarbeitenden sind zentrale Erfolgsfaktoren und Alleinstellungsmerkmale.

Wissenschaftliche Ziele und Forschungsfragen

Allgemein:

Wie lassen sich Tierhaltungssysteme und die Nutzung von Tieren hinsichtlich Tierwohl, Tiergesundheit und Ressourceneffizienz in landwirtschaftlichen Produktionssystemen optimieren? Dies unter Berücksichtigung gesellschaftlicher Ansprüche, betriebswirtschaftlicher und ökologischer Parameter.

1. Welche Verhaltensweisen sind bei landwirtschaftlichen Nutztieren essentiell für die Aufrechterhaltung des Wohlbefindens und der biologischen Funktionen (Gesundheit, Wachstum, Reproduktion) und in welchem Ausmass müssen sie ermöglicht werden?
2. Wie kann das Wohlbefinden bzw. wie können positive und negative Befindlichkeiten von Nutztieren gemessen werden? Mit welchen Methoden und Indikatoren kann das Tierwohl ermittelt und beurteilt werden?
3. Welche Haltungsformen und/oder technische Hilfsmittel (Einrichtungen wie Futterdispenser, Liegebereiche, Bodenbeläge, ...) sowie Managementpraktiken (Futtermittel, Art der Futtermittelverabreichung, Gesundheitsprophylaxe, Hygienemassnahmen, Einstreumethoden, Klimagestaltung, ...) erfüllen Bedarf und Bedürfnisse von Nutztieren und tragen dazu bei den Antibiotikaeinsatz zu verringern?
4. Mit welchen Fütterungsstrategien können ernährungsbedingte Stoffwechselstörungen vermieden werden?
5. Welches sind die Ursachen von haltungs- und nutzungsbedingten Krankheiten, Leistungseinbussen, Verletzungen und Verhaltensproblemen und wie können sie reduziert werden?
6. Welche Auswirkungen hat die fortschreitende Zucht auf Leistung (z.B. Hochfruchtbare Sauen, Hochleistungskühe, ...) auf das Wohlbefinden der Tiere, und welche Leistungen sind in Abhängigkeit des Produktionssystems (z.B. Grasland basierte Milch- und Fleischproduktion) aus Sicht des Tierwohls noch vertretbar?
7. Welche landwirtschaftlichen und imkerlichen Praktiken haben positive/negative Einflüsse auf die Gesundheit der Bienen?

Praktischer Nutzen der Aktivitäten im Forschungsfeld und wichtigste Outcomes

Die Resultate aus der Forschung zu Tierhaltung und Tiergesundheit kommen einerseits dem Tierhalter zu Gute. Dieser profitiert von einem qualitativ hochstehenden und praxistauglichen Angebot von Tierhaltungseinrichtungen. Mehr Tierwohl führt zu höherer Tiergesundheit und in der Folge zu höheren und qualitativ besseren Leistungen in der tierischen Produktion und idealerweise auch zu einer verbesserten Wirtschaftlichkeit. Die Erkenntnisse im Umgang mit Nutztieren fördern die Sicherheit und mindern die Unfallgefahr auf Betrieben. Erhöhtes Tierwohl und die Tiergesundheit sind zudem Verpflichtungen der Landwirtschaft gegenüber den Erwartungen der Gesellschaft. Sie fördern die Akzeptanz der Tierproduktion in der Schweiz und dienen dem positiven Image der Schweizer Landwirtschaft generell. In dem Kontext profitieren auch die Verarbeitungsbetriebe und der Detailhandel sowie letztlich die Konsumenten. Tierwohl und Tiergesundheit sind zentrale Werte ohne die Produkte tierischer Herkunft in der Schweiz nicht vermarktbare wären. Erkenntnisse aus dem SFF 6 tragen damit auch zum Thema Lebensmittelsicherheit bei. Die Schweiz gilt international als Pionierland im Bereich Tierschutz. Seit den 90iger Jahren schützt die Bundesverfassung (Art. 120) resp. das Tierschutzgesetz (Art. 1) die Würde und das Wohlergehen der Kreatur. Als Konsequenz davon und im Hinblick auf die praktische Umsetzung der Vorgaben aus der BV und dem TschG entwickelte sich in der Schweiz eine starke Forschung rund um Tierschutz, Tierhaltung, Wohlbefinden von Tieren und Tiergesundheit. Das SFF 6 versteht sich als Teil dieser schweizerischen Kompetenz. Das SFF 6 erzielt Erkenntniswissen, welches Agroscope und der Schweiz zu Anerkennung in der internationalen Forschungscommunity verhilft. Anerkannte disziplinäre Fachkompetenz sind letztlich eine Grundvoraussetzung dafür als kompetenter Partner in nationalen und internationalen Netzwerken mitwirken zu können.

Was ist neu im Forschungsfeld?

In der Schweinehaltung kommt es rund um das Absetzen häufig zu Verdauungsstörungen mit schwerem Durchfall, der oft mit einer Antibiotikabehandlung bekämpft wird. In Zukunft soll untersucht werden, ob durch gezielte Fütterungsmassnahmen oder durch die Verwendung bioaktiver Substanzen die durch E. coli verursachten Verdauungsstörungen verhindert oder zumindest stark reduziert werden können. Gleichzeitig soll die Selektion von F4 E. coli resistenten Tieren weiterverfolgt werden.

Bei der Milchkuh gewinnt die grasbasierte Fütterung (ohne oder mit minimaler Ergänzungsfütterung) zunehmend an Bedeutung. In Zukunft sollen Indikatoren entwickelt werden, die es erlauben das Wohlbefinden von Hochleistungskühen bei grasbasierter Fütterung auf der Weide und im Stall zu beurteilen. Zudem sollen die Auswirkungen von Hitzestress auf Milchkühe bei Weidehaltung untersucht werden. Bei den Mastrindern sollen der Einfluss der Behornung, respektive der Enthornung auf das Verhalten sowie die daraus resultierenden Auswirkungen auf die Fleischqualität untersucht werden.

In der Pferdehaltung werden in Zukunft Möglichkeiten zur Reduzierung der Fressgeschwindigkeit untersucht, um den Tieren lange Fresszeiten zu ermöglichen ohne dass sie übergewichtig werden. In der Landwirtschaft nimmt die Gruppenhaltung von Pferden stark zu. Daraus resultiert der Bedarf nach einer Optimierung der Stallanlagen, um die Bedarfs- und Bedürfnisdeckung aller Gruppenmitglieder sicherzustellen, die Verletzungsgefahr zu reduzieren und somit ein verbessertes Wohlergehen der Pferde zu gewähren.

Für die Steigerung der Effizienz und der Sicherheit bei der Pferdeausbildung und späteren Nutzung werden künftig verstärkt Untersuchungen zum Zusammenhang verschiedener Persönlichkeits- bzw. Charaktertypen und deren Lernverhalten durchgeführt. Verhaltensdaten fliessen in Zukunft in Zuchtprogramme ein, stellen eine Hilfe zur Wahl der angepassten Trainingsmethode dar, reduzieren die Unfallgefahr für Mensch und Tier und tragen zur Verhinderung tierschutzrelevanter Praktiken in der Pferdeausbildung bei.

In der Bienenforschung wird nach neuen Ansätzen zur Bekämpfung der Varroa-Milbe gesucht. Dies beinhaltet sowohl die Erforschung neuer Substanzen als auch der verbesserte Einsatz bereits bekannter Produkte. Zudem sollen die Resistenzmechanismen, über welche gewisse Bienenarten verfügen, genauer untersucht werden. Das Verständnis dieser Mechanismen sollte es längerfristig erlauben, resistente Bienen zu züchten.

Die Qualität von Bienenprodukten kann durch den Einsatz von Pestiziden in der Landwirtschaft und der Imkerei, aber auch durch natürliche Substanzen, welche die Bienen eintragen, beeinträchtigt werden. Es ist wichtig die Quellen dieser Kontaminationen zu identifizieren, um den Eintrag unerwünschter Substanzen einzuschränken.

Sollte der Kleine Beutenkäfer in der Schweiz auftreten, so müssten die im Ausland entwickelten Bekämpfungsmethoden auf ihre Wirksamkeit in der Schweiz untersucht werden.

Positionierung des SFF im Dreieck «Markt für Primärprodukte», «Betrieb» und «Ressourcen für die Produktion»

Die Resultate aus der Forschung zu Tierhaltung und Tiergesundheit kommen einerseits dem Tierhalter zu Gute. Dieser profitiert von einem qualitativ hochstehenden und praxistauglichen Angebot von Tierhaltungseinrichtungen.

gen. Mehr Tierwohl führt zu höherer Tiergesundheit und in der Folge zu höheren und qualitativ besseren Leistungen in der tierischen Produktion. Die Erkenntnisse im Umgang mit Nutztieren fördern die Sicherheit und mindern die Unfallgefahr auf Betrieben. Erhöhtes Tierwohl und die Tiergesundheit sind zudem Verpflichtungen der Landwirtschaft gegenüber den Erwartungen der Gesellschaft. Sie fördern die Akzeptanz der Tierproduktion in der Schweiz und dienen dem positiven Image der Schweizer Landwirtschaft generell. In dem Kontext profitieren auch die Verarbeitungsbetriebe (z.B. Qualität der Produkte) und der Detailhandel (z.B. Image artgerechter Tierhaltung an der Verkaufsfront, Qualität der Produkte) sowie letztlich die Konsumenten (z.B. Kauf von Produkten aus tiergerechter Haltung, sichere Lebensmittel). Tierwohl und Tiergesundheit sind zentrale Werte ohne die Produkte tierischer Herkunft in der Schweiz nicht vermarktbar wären (z.B. Lebensmittelskandale). Das SFF 6 leistet Beiträge an zwei der drei Eckpunkte des Dreiecks «Markt für Primärprodukte» (z.B. Gesunde Produkte von gesunden Tieren, Produkte von Tieren aus artgerechter Haltung, Tierwohl und Swissness), und «Betrieb» (z.B. Sicherheit bei Investitionen in neue Stallanlagen – Prüfpflicht, Beratung zu artgerechter Tierhaltung und -nutzung, positives Image eines Betriebes mit vorbildlicher Tierhaltung, höhere Leistungen, tiefere Kosten). Da die Nutztierhaltung rund 50% des landwirtschaftlichen Einkommens generiert, ist die Positionierung auf der Seite «Betrieb» im genannten Dreieck gerechtfertigt. Aufgrund der beschriebenen Beiträge zum Pfeiler «Markt für Primärprodukte», ist auch eine andere Positionierung im Dreieck denkbar. Die Arbeiten im SFF 6 zu den Bestäubern dienen primär dem Pfeiler «Ressourcen für die Produktion» (Umweltleistung, Bestäubungssicherheit, Erträge im Pflanzenbau, Biodiversität der Pflanzen).

Inhaltliche Schnittstellen zu den weiteren Forschungsfeldern

- **SFF 16** «Vielfalt der Arten und Lebensräume der Agrarlandschaft fördern und nutzen» befasst sich unter anderem mit der Entwicklung von Strategien zur Förderung von Nutzorganismen, zu welchen auch die Bestäuber gehören. Das SFF 16 fokussiert zwar vorwiegend auf Wildbestäuber und das SFF 6 auf die Honigbiene, an dieser Schnittstelle sind aber trotzdem genaue Absprachen erforderlich.
- **SFF 14** «Nachhaltigkeit und Ökoeffizienz der Landwirtschaft bewerten und Verbesserungsmöglichkeiten aufzeigen» kann vom SFF 6 «Tiergerechte Haltung und Tiergesundheit stützen und fördern» profitieren, indem dieses Tierwohlindikatoren entwickelt, welche bei einer umfassenden Nachhaltigkeitsbewertung von Nutztiersystemen eingesetzt werden können.
- **SFF 17** «Die Landwirtschaft für den Klimawandel fit machen und ihren Beitrag zum Klimawandel vermindern» hat in der Tierhaltung und Tiergesundheit eine hohe Relevanz. Nutztierproduktionssysteme sind vom Klimawandel nicht nur direkt betroffen (z.B. Hitzestress, Futterangebot, neue Krankheitserreger und Parasiten etc.) sie tragen auch in bedeutendem Ausmass zum Klimawandel bei. Daher braucht es an der Schnittstelle zwischen den beiden SFF eine enge Zusammenarbeit.
- **SFF 5** «Nachhaltigen, risikoarmen Pflanzenschutz entwickeln» befasst sich unter anderem mit der Entwicklung von risikoarmen und nachhaltig wirksamen Pflanzenschutzstrategien und der Verbesserung von Zulassungsverfahren, um die Risiken für Mensch und Umwelt zu minimieren. Im Bereich der Bienenforschung gibt es hier eine bedeutende Schnittstelle zum SFF 6 «Tiergerechte Haltung und Tiergesundheit stützen und fördern». An dieser Schnittstelle sind genaue Absprachen und eine enge Zusammenarbeit erforderlich.
- **SFF 7** «Tiergenetik und Tierzucht für eine standortangepasste Nutztierhaltung einsetzen» beschäftigt sich ebenfalls mit der effizienteren Nutzung von Ressourcen, verbunden mit einer verbesserten Tiergesundheit und einem erhöhten Tierwohl. Dabei geht es aber primär um tierzüchterische Aspekte zur Verbesserung von Tiergesundheit und Tierwohl, und nicht um den Einfluss technischer Innovationen und die Auswirkungen von Haltungssystemen und Fütterungsmassnahmen auf das Wohlbefinden und die Gesundheit von Nutztieren.
- **SFF 9** «Für sichere Lebensmittel mikrobielle Risiken und Antibiotikaresistenz senken» beschäftigt sich schwerge-
wichtig mit der Entstehung und der Übertragung von Antibiotikaresistenzen entlang der Lebensmittelkette sowie mit Präventionsmethoden und alternativen Behandlungsmassnahmen, welche die Prävalenz von Antibiotikaresistenzen reduzieren. Im SFF 6 «Tiergerechte Haltung und Tiergesundheit stützen und fördern» werden daher nur Fragen zur Prävention und zum Antibiotikaeinsatz in der Nutztierhaltung bearbeitet.
- **SFF 10** «Qualität und Produktinnovation von Lebensmitteln fördern» kann vom SFF 6 «Tiergerechte Haltung und Tiergesundheit stützen und fördern» profitieren, indem dieses Vermarktungsargumente im Sinne von Alleinstellungsmerkmalen für Produkte aus nachhaltig produzierenden Nutztiersystemen zur Abgrenzung vom internationalen Massenmarkt liefert. Tierschutz und Wohlbefinden der Tiere haben diesbezüglich einen hohen Stellenwert.
- **SFF 11** «Produktionssysteme durch Smart Farming optimieren» entwickelt Grundlagen, die Landwirtinnen und Landwirten in der Nutztierhaltung und -produktion helfen, moderne Technologien und Anwendungen besser bewerten und einordnen zu können. Zudem sind Angaben zu erwarten, welche ökonomischen, ergonomischen und zeitlichen Wirkungen durch moderne Technologien entstehen und folglich genutzt werden können. Schliesslich werden im SFF 11 auch Technologien entwickelt und evaluiert, welche eine automatisierte Früherkennung von gesundheitlichen Beeinträchtigungen (z.B. Lahmheiten, Mastitiden etc.) und die Erfassung des Wohlbefindens ermöglichen sollen.

Bestehende und neu geplante Zusammenarbeiten mit anderen Forschungsinstitutionen

Die bestehenden Strukturen der Zusammenarbeit in der Schweiz wurden bereits in vorherigen Paragraphen detailliert ausgeführt. Projektbezogene Zusammenarbeit gibt es zudem mit der Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL, den Universitäten Bonn, Neuchâtel, Göttingen, Rennes, Wien, Hohenheim und der INRA. Über Netzwerke und Konsortien ergeben sich weitere (z.B. ATF, COLOSS), teilweise auch losere, internationale Kontakte. Generell entstehen durch Projekte sowie nationale und internationale Forschungsprogramme laufend neue Verbindungen.

Referenzen

- Bee Health in Europe – Facts and Figures 2013. Opera Research Center. <http://www.operaresearch.eu/>.
- UNEP Emerging Issues: Global Honey Bee Colony Disorder and Other Threats to Insect Pollinators. UNEP 2010.
- Expertenbericht – Vorschläge für Massnahmen zur Förderung der Gesundheit der Bienen. Agroscope, Zentrum für Bienenforschung 2014.
- Bienen und andere Bestäuber: Bedeutung für Landwirtschaft und Biodiversität. Akademien der Wissenschaften Schweiz (2014). Swiss Academies Factsheets 9.
- A strategic approach to EU agricultural research and innovation. EUROPEAN COMMISSION DIRECTORATE-GENERAL FOR AGRICULTURE AND RURAL DEVELOPMENT. Directorate H. General aspects of rural development and research.H.5. Research and innovation. 2015.
- Animal Task Force's contribution to consultation on Draft paper »A strategic approach to EU agricultural research and innovation“, European Commission DG Agri, Directorate H.5. 2015.
- Research & innovation for a sustainable livestock sector in Europe. Suggested priorities for support under Horizon 2020 to enhance innovation and sustainability in the animal production sector of Europe's food supply chains. An Animal Task Force white paper. 2013.
- Research & innovation for a competitive and sustainable animal production sector in Europe. Recommended priorities for support under Horizon 2020 in the 2016/2017 work programme. 1st Addendum to the Animal Task Force White Paper. 2014.
- Summary for policymakers of the thematic assessment on pollinators, pollination and food production Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES). 2016



Projekte des SFF 6:
Tiergerechte Haltung und Tiergesundheit stützen und fördern

Projets du CSR 6:
Soutien et promotion de la santé des animaux et d'une détention conforme à leurs besoins

18.06.11.02.02	Haltung von Equiden in der Schweiz
18.06.11.02.03	Nutzung von Equiden in der Schweiz
18.06.17.01.01	Bedürfnis- und ressourcengerechte, nachhaltige Ernährung der Milchkuh
18.06.17.02.01	Mesures prophylactiques pour réduire l'utilisation d'antibiotiques dans l'élevage porcin
18.06.17.02.03	Hochfruchtbare Muttersauen in der Laktation
18.06.17.04.01	Grundlagen zur tiergerechten Haltung von Wiederkäuern und Schweinen
18.06.17.05.02	Abeille saine dans un environnement propice à son développement pour des produits apicoles de qualité et une pollinisation efficace



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.06.11.02.02

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Pferdehaltung

Nr. Bereich.

11 TTP

Nr. Gruppe

11.2 Pferdezücht und -haltung

Projektleitung/Stellvertretung

Bachmann Iris / Ruedi von Niederhäusern

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	2384
Beitrag zu SFF	06
Beitrag zu weitem SFF	11, 12

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	19.2, 19.5, 19.8, 19.9, 19.10, 19.12, 19.23, 19.24, 19.25, 19.28, 23.110, 23.111, 23.113, 23.17, 26.2
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Haltung von Equiden in der Schweiz

Haltung von Equiden

housing of equids in Switzerland

ethology, housing, feeding, welfare

Ausgangslage und Problemstellung

In der Schweiz werden über 105'000 Equiden gehalten, 73% davon auf Landwirtschaftsbetrieben. Mit ihrem extensiven Charakter bietet die Pferdehaltung eine grosse Chance für die nachhaltige Entwicklung der Landwirtschaft, für die Umwelt sowie für die Wertsteigerung des ländlichen Raumes (Bachmann, 2014a). Insbesondere das Anbieten von Dienstleistungen rund um die Pferdehaltung (Einnahmen > CHF 500 Mio.) stellt für Landwirte eine Möglichkeit dar, ihre Aktivitäten zu diversifizieren und ihr Einkommen auf eine breitere Grundlage zu stellen (Europäisches Parlament, 2017). Schwarz et al. (2013) analysierten die Wirtschaftlichkeit des Aktivitätszweiges Pensionspferdehaltung auf Vollkostenbasis bei 12 Landwirtschaftsbetrieben und konnten effektiv realisierte Stundenlöhne von im Schnitt CHF 41.- pro Stunde kalkulieren.

Neue Erkenntnisse aus der Forschung, die Revision der Schweizer Tierschutzgesetzgebung und eine wachsende Sensibilität der Pferdehaltenden führen seit über zwanzig Jahren zu grossen Veränderungen in der Pferdehaltung. Der Anteil Pferde, die in traditionellen Haltungssystemen wie Ständen oder Innenboxen gehalten werden, nimmt stetig ab. Vermehrt nachgefragt werden moderne Aufstallungssysteme wie Auslaufboxen oder Gruppenhaltungsanlagen. Den Pferden sollen ein naturnaheres Leben und mehr Beschäftigungsmöglichkeiten wie Bewegungsfreiheit und Sozialkontakt zu Artgenossen ermöglicht werden. Mit diesem Wandel in der Pferdehaltung treten diverse Probleme und offene Fragen auf, die früher auf Grund verschiedener Faktoren weniger von Bedeutung waren.

Es handelt sich einerseits um haltungstechnische Fragen wie Fütterungsmanagement, Sicherstellung einer ungestörten Bedarf- und Bedürfnisdeckung aller (auch rangtiefer) Tiere in einer Gruppenhaltung sowie Gewährung von erleichtertem Sozialkontakt in Einzelboxenhaltung, ohne das Verletzungsrisiko zu erhöhen (Bachmann, 2014b). Aus der Stallbaubranche werden zur Lösung solcher Probleme vermehrt neue Einrichtungselemente (z.B. Sozialboxen-Wände, die Fressgeschwindigkeit verlangsamende Futterdispenser), automatisierte Systeme (Abruffutterstationen, zeitgesteuerte

Heuraufen, Selektionstore mit Tiererkennung, Entmistungsanlagen) oder vollumfängliche Haltungssysteme (Bewegungs- bzw. Aktiv-Stall, Paddock-Trail-System, ...) angeboten und vermarktet. Im Unterschied zu anderen Nutztieren existiert für Equiden kein gesetzlich vorgeschriebenes Prüf- und Bewilligungsverfahren für serienmässig hergestellte Aufstallungssysteme und Stalleinrichtungen. Zudem kann auf weit weniger Erfahrung mit modernen technischen Entwicklungen im Stallbau zurückgegriffen werden als beispielsweise bei landwirtschaftlichen Nutztieren. Das Schweizer Nationalgestüt von Agroscope nimmt hier also eine wichtige Stellung ein, indem es frei von wirtschaftlichen Eigeninteressen neue Lösungen entwickelt und/oder Marktneuheiten objektiv auf Praxistauglichkeit und Tiergerechtheit prüft.

Es handelt sich andererseits aber auch um Fragen zum Raumbedarf, den die Pferdehaltung direkt und indirekt einnimmt, in einem Land wie der Schweiz, welches nicht über grosszügige Raumreserven verfügt. Zusätzlich akzentuiert wird diese Problemstellung dadurch, dass die Pferdehaltung und ein Grossteil der Aktivitäten mit Pferden überwiegend ausserhalb der Bauzonen praktiziert werden, nämlich innerhalb der Landwirtschaftszonen und in den bereits übermässig beanspruchten Naherholungsgebieten rund um die städtischen Agglomerationen. Die Interessen des Kulturlandschutzes zur Bewahrung wertvollen Bodens, die Interessen des Tierschutzes und der Pferdebesitzer mit der Forderung nach grosszügigen Anlagen für die tiergerechte Pferdehaltung und die Interessen der Landwirtschaftsbetriebe nach zusätzlichen Einnahmequellen führen zu schwierigen Gewichtungen und Güterabwägungen. Das Schweizer Nationalgestüt von Agroscope agiert hier als Vermittler und Bindeglied zwischen den agrarpolitischen Interessen und denjenigen der Raumentwicklung sowie den Anliegen der Pferdebranche. Es ist in dieser Thematik seit Jahren eine anerkannte Anlaufstelle für die Politikberatung, die Vollzugsunterstützung und den Wissenstransfer an die Praxis.

Ziele und Forschungsfragen

Landwirtschaftsbetriebe können vom beschriebenen Wandel in der Pferdehaltung profitieren, da sie in der Regel über die notwendigen Grünlandflächen für eine tiergerechte Pferdehaltung verfügen und seit in Kraft treten der neuen Raumplanungsgesetzgebung im Jahr 2014 über verbesserte Möglichkeiten für Aktivitäten im Bereich Pensionspferde verfügen. Um auf dem schwierigen Markt mit anspruchsvollen Kunden erfolgreich zu sein, brauchen sie aber sowohl praxistaugliche Lösungen für eine rentable und tiergerechte Pferdehaltung als auch ein fundiertes Wissen über die Biologie und das Verhalten von Equiden, die gesetzlichen Voraussetzungen zur Pferdehaltung und über die Ansprüche ihrer Kunden. Das Ziel dieses skizzierten Projektes ist es, innovative Lösungen im Bereich der Pferdehaltung zu entwickeln und zu prüfen, und somit Instrumente für eine tiergerechte, wirtschaftliche und umweltverträgliche Weiterentwicklung der bäuerlichen Pferdehaltung zu liefern.

Die Forschungsfragen umfassen folgende aktuellen Herausforderungen der modernen Pferdehaltung:

Datengrundlagen: Erarbeiten, sammeln und publizieren sämtlicher für die Pferdebranche Schweiz relevanten Informationen zwecks Lieferung von Entscheidungsgrundlagen für Politik und Vollzugsbehörden, sowie für das Erkennen von aktuellem und zukünftigem Forschungs- und Ausbildungsbedarf.

Fütterungsmanagement: Lange, über 24 h verteilte Beschäftigung mit der Futteraufnahme ist die Basis für gesunde Pferde. Auf Grund zu reichhaltiger Futtermittel ist der Bedarf an Nährstoffen jedoch nach wenigen Stunden gedeckt. Das Schweizer Nationalgestüt von Agroscope sucht nach Möglichkeiten den Pferden – insbesondere den wenig oder ungenutzten sowie leichtfuttrigen Tieren – eine arttypische ausgiebige Beschäftigung mit der Nahrungsaufnahme zu ermöglichen, ohne dass diese überernährt und schliesslich adipös würden. Die geplanten Versuche setzen einerseits bei der Gestaltung von Futterraufen oder anderen Futterdispensern an ("Slowfeedingsysteme"); andererseits wird nach Lösungen zur besseren Verteilung der Futterrationen während 24 Stunden mittels zeitgesteuertem Zugang zum Futter und automatisierter individueller Tiererkennung gesucht. Geprüft werden muss, ob die Modelle funktional sind, keine Verletzungsgefahr beinhalten und nicht zu langfristigen Schäden am Tier führen.

Gruppenhaltung von Pferden: Die Gruppenhaltung von Pferden gewinnt schweizweit und international an Bedeutung. Sie gilt als besonders artgerecht, ist aber komplex und stellt hohe Anforderungen an Kenntnisse des Betreuers. Schwierigkeiten bereiten insbesondere die individuelle Fütterung aller Einzeltiere, die baulichen Anforderungen zur Vermeidung von chronischem Stress und Verletzungsrisiken, die Gestaltung des Liegebereiches, die schonende Integration neuer Pferde in bestehende Gruppen sowie die Gestaltung und die Bodenmaterialien des Aussenbereichs. Geplant sind Versuche zur Dimension und Strukturierung des Liegebereichs, zu zurückgelegten Distanzen in verschiedenen Formen der Gruppenhaltung, zur Funktionalität und Wirtschaftlichkeit eines automatisierten Fütterungssystems mit mehreren Komponenten und in unterschiedlicher baulicher Ausführung und zur idealen Gruppenzusammensetzung für das Erreichen bzw. Aufrechterhalten einer harmonischen Tiergruppe.

Erleichterter Sozialkontakt in Einzelhaltung: Die Mehrheit der Pferde in der Schweiz werden in Einzelboxen gehalten. In dieser Haltungsform ist nur eingeschränkter Sozialkontakt zwischen den Tieren möglich. Am Schweizer Nationalgestüt von Agroscope wird in einer Langzeitstudie eine neue Form der Boxentrennwand geprüft und weiterentwickelt („Sozialboxe“), welche Körperkontakt mit Boxennachbarn ermöglicht und so zum Beispiel das Ausführen der arttypischen sozialen Fellpflege zwischen den Tieren zulässt. Gleichzeitig können sich die Boxenpferde aber auch vom Nachbartier zurückziehen, indem sie hinter den geschlossenen Trennwandteil stehen. Bisherige Versuche zeigen, dass die Möglichkeit zu erleichtertem Sozialkontakt von den Pferden stark genutzt wird und eine Bereicherung der Boxenhaltung darstellt. Biss- oder Schlagverletzungen treten kaum auf. Materialtechnisch muss aber nach verbesserten Abschränkungen gesucht werden, da sich die Tiere noch zu oft an den Rohrelementen leichte Kopfschürfungen zuziehen.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 6 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Die Ergebnisse der angewandten Forschungsprojekte dienen der Weiterentwicklung der Pferdehaltung unter Berücksichtigung neuer gesellschaftlicher Trends, gesetzlicher Vorgaben und agrarpolitischer Interessen. Ressourceneffizienz und Wirtschaftlichkeit sowie Umweltverträglichkeit der Pferdehaltung werden gesteigert, das Wohlergehen und die Gesundheit der Pferde gefördert.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 11: Smart Farming - in Absprache, Beitrag zur Projektskizze "Smarte (digitale) Milchproduktion"

zu SFF Nr. 12: in Absprache, Sektormodell SWISSland Pensionspferdehaltung

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Die Pferdehaltung gilt per se als extensive Produktionsform, das durch Agroscope erarbeitete Erkenntnis- und Handlungswissen im Bereich der Pferdehaltung nutzt den bäuerlichen Pferdehaltern unabhängig von deren Produktionsform (konventionell, Bio, etc.)

Material und Methoden (grob skizziert)

Für das Entwickeln und Testen von Aufstallungssystemen und Stalleinrichtungen werden einerseits ethologische und veterinärmedizinische, aber auch nicht invasiv erhobene Parameter zur Stressbelastung (Herzfrequenzvariabilität, Speichelcortisolkonzentration, Cortisolmetabolitenkonzentration im Kot) beigezogen, um die Tiergerechtigkeit zu beurteilen. Andererseits werden systematisch die Arbeitszeit erfasst, der allfällige Materialverbrauch und die Investitionskosten. Diverse Parameter können mittlerweile automatisch und ohne Direktbeobachtungen in Echtzeit erfasst werden, so zum Beispiel die Bewegungen der Tiere im Raum mittels GPS-Ortung, einzelne Bewegungsmuster mittels Beschleunigungsmessern oder das Fressverhalten dank im Pferdehalfter eingebauter Drucksensoren. Die Untersuchungen werden sowohl im Schweizer Nationalgestüt in Avenches als auch auf Praxisbetrieben durchgeführt.

Sämtliche praxisrelevanten Erkenntnisse werden durch den am Schweizer Nationalgestüt stark etablierten Wissenstransfer (Lehre auf allen Stufen wie an Universitäten, Hochschulen und Fachhochschulen, Berufsschulen, nach Tierschutzgesetzgebung obligatorischen fachspezifischen berufsunabhängigen Tierhalterausbildungen (FBA) und Sachkundenachweisen (SKN), diversen Praktikerkursen / sowie Erstellen von Publikationen ebenso in peer reviewed Journals als auch in praxisorientierten Fachzeitschriften) fortlaufend an die Praxis und an den Vollzug (ATA- und AFA-Kurse des BLV) weitergegeben.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Bachmann I., 2014a: Pferdehaltung ausserhalb der Bauzone. Blätter für Agrarrecht, 48. Jahrgang; Heft 3/3, Jahr 2014, 145-165.
- Bachmann I., 2014b: Fütterung, Gruppenhaltung und Sozialkontakte – die zentralen Herausforderungen der Pferdehaltung. Agroscope Transfer | Nr. 36, Agroscope, Schweizer Nationalgestüt, Schweiz.
- Briefer Freymond S., Briefer E., Von Niederhäusern R., Bachmann I., 2013: Pattern of Social Interactions after Group Integration: A Possibility to Keep Stallions in Group. PLoS ONE 8(1): e54688. doi:10.1371/journal.pone.0054688.
- Burla J.-B., Ostertag A., Patt A., Bachmann I., Hillmann E., 2016: Effects of feeding management and group composition on agonistic behaviour of group-housed horses. Applied Animal Behaviour Science, 176: 32-42.
- Burla J.-B., Rufener Ch., Bachmann I., Gygax L., Patt A., Hillmann E., 2017: Space Allowance of the Littered Area Affects Lying Behavior in Group-Housed Horses. Front. Vet. Sci. 4: 23.

- Ellis A.D., Fell M., Luck K., Gill L., Owen H., Briars H., Barfoot C., Harris, P., 2015: Effect of forage presentation on feed intake behaviour in stabled horses, Applied Animal Behaviour Science, 165: 88-94.
- Europäisches Parlament, 2017: Verantwortliche Haltung und Pflege von Equiden. Entschliessung des Europäischen Parlaments vom 14. März 2017 zu der verantwortlichen Haltung und Pflege von Equiden (2016/2078(INI)), P8_TA-PROV(2017)0065.
- Flauger B., Krüger K., 2013: Aggression level and enclosure size in horses (Equus caballus). Pferdeheilkunde 29: 495–504.
- Hartmann E., Søndergaard E., Keeling L., 2012: Keeping horses in groups: A review. Applied Animal Behaviour Science 136: 77– 87.
- Schwarz A., Gazzarin Ch., von Niederhäusern R., 2013: Wie wirtschaftlich ist die Pensionspferdehaltung? ART-Bericht 771, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Schweiz.
- Yarnell K., Hall C., Royle Ch., Walker S.L., 2015: Domesticated horses differ in their behavioural and physiological responses to isolated and group housing. Physiology & Behavior 143: 51–57.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
 (Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Die Pferdehaltung bietet eine grosse Chance für die nachhaltige Entwicklung der Landwirtschaft und Wertsteigerung des ländlichen Raumes. Voraussetzung dafür sind moderne und tiergerechte Haltungssysteme und Stalleinrichtungen, wie sie von Agroscope entwickelt und geprüft werden.

Mit dem ständigen Wandel in der Pferdehaltung gehen neue Anforderungen aus Politik und Gesellschaft einher, welche von Landwirten erfüllt werden müssen, um von der hohen Wirtschaftlichkeit dieses Aktivitätszweiges profitieren zu können. Agroscope entwickelt und testet Lösungen zu pferdehaltungstechnischen Fragen, prüft sie objektiv auf Praxis-tauglichkeit und Tiergerechtheit. Dabei werden Verhalten und Gesundheit der Tiere als Parameter des Wohlbefindens ebenso berücksichtigt wie Wirtschaftlichkeit, Ressourceneffizienz, Umweltverträglichkeit, gesetzliche Vorgaben und agrarpolitische Interessen. Der stark etablierte Wissenstransfer des Schweizer Nationalgestüts von Agroscope vermittelt die Erkenntnisse direkt an die Praktiker sowie an Ausbildungsstätten, Industrie und Verwaltung.

Genehmigung des Projektes

Datum: 31.08.2017	Visum FGL: RvN
Datum: 31.10.2017	Visum FBL / KBL: slwa
Datum: 31.10.2017	Visum V SFF: hehd



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.06.11.02.03

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Pferdenutzung

Nr. Bereich.

11 TTP

Nr. Gruppe

11.2 Pferdezucht und -haltung

Projektleitung/Stellvertretung

Iris Bachmann / Ruedi von Niederhäusern

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeits-tage ohne Drittmittel	3000
Beitrag zu SFF	06
Beitrag zu weitem SFF	07

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	19.2, 19.5, 19.8, 19.9, 19.10, 19.40, 23.110, 23.111, 23.113
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Nutzung von Equiden in der Schweiz

Nutzung von Equiden

Utilization of equids in Switzerland

Ethology, welfare, training

Ausgangslage und Problemstellung

Im Laufe der letzten 20 Jahre hat die Nutzung in Sport & Freizeit von Equiden (Pferde, Ponys, Kleinpferde, Esel, Maultiere und Maulesel) in der Schweiz massiv zugenommen. Die Pferdebranche ist ein ernst zu nehmender Wirtschaftszweig geworden, der Arbeitsplätze schafft und zur Berufsbildung junger Menschen beiträgt. Pferdebesitzer und Pferdehalter sind heute aber oft Neueinsteiger, welche nicht von einem Wissensfluss von einer Generation zur anderen profitieren konnten. Dies gilt häufig auch für Landwirte, welche mit dem Anbieten von Dienstleistungen rund um das Pferd einen neuen und lukrativen Tätigkeitsbereich finden.

Fehlendes Verständnis über das Pferdeverhalten, über dessen Ausdrucksverhalten, Reaktionen und Lernprozesse führen einerseits zu erheblichem Tierleid und zu schlechten Ausbildungserfolgen. Tierschutzaspekte bei der Nutzung von Sport- und Freizeitpferden stehen daher immer wieder in einem kritischen öffentlichen Diskurs, was bis zu Forderungen führt, den Pferdesport gänzlich zu verbieten. Wissenschaftliche Erkenntnisse über die Ethologie der Equiden, die Prinzipien der Lerntheorien, Reaktionsmuster und Mensch-Tier-Interaktionen helfen dabei effektive, wirkungslose und abusive Trainingsmethoden zu erkennen und zu unterscheiden (McGreevy, 2007). Somit stellen sie eine substantielle und notwendige Bereicherung für die üblicherweise stark emotional geführten Diskurse verschiedener Interessensvertreter im Bereich Pferdenutzung dar und sind zwingende Voraussetzung für das Treffen von sachlichen Entscheidungen sowie das Einführen neuer Reglementierungen oder gesetzlicher Bestimmungen.

Im Weiteren kommt ein oft unterschätzter Sicherheitsaspekt für Pferdebetreuer, Pferdenutzer und Tier hinzu. Bei der weiblichen Bevölkerung in der Schweiz ist der Pferdesport nach dem Skifahren die zweithäufigste Unfallursache (Bianchi, 2014). Das Ausreiten in den bereits stark frequentierten Naherholungsgebieten und gezwungenermaßen oft im Strassenverkehr stellt mit Tieren, die nicht fachkundig trainiert werden oder den Reiter überfordern, ein erhebliches Risiko für den Reiter, das Tier selbst und Dritte dar. Die Pferdehaltung gehört auch zu den Unfallschwerpunkten in der Landwirtschaft (2500 meldepflichtige Unfälle gemäss Statistik Landwirtschaftliche Berufsgenossenschaft Deutschland).

Als Ursache für Unfälle mit Pferden wird häufig „unvorhersehbares Pferdeverhalten“ genannt (Sozialversicherung für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau, 2017). Das Einhalten von wissenschaftlich erarbeiteten Prinzipien im Umgang mit Pferden, vorallem korrektes Anwenden der Lerntheorien und Verhindern von unerwarteten Fluchtreaktionen, verbessert nicht nur den Trainingserfolg und verhindert Tierleid, es erhöht insbesondere auch die Sicherheit sowohl für Mensch als auch Tier (McGreevy & McLean, 2007)

Es besteht somit grosser Forschungs- und Ausbildungsbedarf betreffend einer modernen, zeitgerechten und ethisch vertretbaren Nutzung von Pferden. Entsprechend werden seit über einem Jahrzehnt vermehrt wissenschaftliche Arbeiten in diesem Bereich durchgeführt und Wissenstransfer betrieben (McGreevy, 2007). Das Schweizer Nationalgestüt von Agroscope ist Teil dieser Forschungscommunity (z.B. Internationale Gesellschaft für Nutztierhaltung, IGN; International Soc. Equitation Science, ISES), arbeitet vernetzt mit verschiedenen Forschungsgruppen im In- und Ausland und gilt als international anerkannte Forschungsinstitution und Wissensvermittler im Bereich Ethologie des Pferdes.

Ziele und Forschungsfragen

Zur Vermeidung von Tierleid und für eine Steigerung der Effizienz und der Sicherheit in der Pferdeausbildung und –nutzung sind verstärkt Untersuchungen zum Zusammenhang von Lernverhalten, Persönlichkeits- bzw. Charaktertypen, arttypischen und tierindividuellen Reaktionsmustern, zu innerartlichen und zwischenartlichen Kommunikationsformen und zu objektiv erkennbarem Ausdrucksverhalten oder anderen Tierschutzindikatoren notwendig (siehe verschiedene Bezüge zu PS 18.06.17.4.01).

Die Forschungsfragen umfassen folgende Bereiche:

Personality/Charaktereigenschaften von Pferden:

- Entwickeln verlässlicher Methoden zur Phänotypisierung von Verhaltensmerkmalen bzw. Charaktereigenschaften (personality) zwecks Verbesserung der Zuchtselektion, finden der für Verhalten verantwortlichen zuständigen Gene/ Genregionen (siehe PS 18.07.11.2.01) sowie zur Entwicklung geeigneter Tools zur Verkaufsunterstützung (passender Mensch zu passendem Pferd).
- Untersuchung der Zusammenhänge zwischen und der Ontogenese (Umwelteinflüsse) von Persönlichkeitstypen, Stresssensibilität, Verhaltensflexibilität, und physiologischen Stressreaktionen, Auftreten von Stereotypen, Lernkapazität, Mensch-Tier-Beziehung. (siehe Bezug zu PS 18.06.17.4.01)

Horse Cognition:

- „Clever Hans Experiment“: Untersuchung der Fähigkeit von Pferden, unwillentlich oder bewusst gesendete Signale (bzw. deren Informationsgehalte) von anderen Pferden oder Menschen zu erkennen und korrekt zu interpretieren. Die Resultate dienen dem sichereren Umgang mit Pferden und allgemein landwirtschaftlichen Nutztieren und helfen, Trainingseinheiten bzw. Lernvorgänge effizienter zu gestalten. (Zusammenarbeit mit Universität NE)
- Untersuchung zu kognitiven Fähigkeiten von Pferden mittels aktiver Beteiligung der Pferdebesitzer – citizen science: Entwicklung einer Internetplattform für die partizipative Forschung, offen für alle PferdebesitzerInnen weltweit. Die Teilnehmenden werden eingeladen, in Form von klar vorgegebenen Spielen mit ihrem Pferd Kognitionstests durchzuführen. Die so generierten Daten führen zu einer Art Kognitionen-Profil des Tieres. Das Auswerten der gesammelten Profile, ergänzt mit spezifischen Informationen zum Pferd werden helfen, die Einflüsse der Umwelt und des Menschen auf die kognitiven Prozesse der Pferde zu verstehen. (Zusammenarbeit Universität Guelph, Kanada)

Interaktionen Mensch-Pferd, intra- und interspezifische Kommunikation:

- Mensch-Tier-Beziehung und Qualität von sozialen Interaktionen zwischen Mensch und Pferd: Nutzung moderner Technologie zur Identifikation von allgemeinen Bewegungsmustern, welche im sozialem Kontext der Signalübermittlung, also der intra-spezifischen (Pferd ↔ Pferd) und interspezifischen (Pferd ↔ Mensch) Kommunikation dienen. (Zusammenarbeit mit Universität NE)

Tierschutzindikatoren:

- Entwickeln und Validieren von objektiv und möglichst automatisiert erfassbaren Tierschutzindikatoren (siehe Bezug zu PS 18.06.17.4.01) zur Bewertung Wohlergehen & Emotionen, allgemein und insbesondere während der Nutzung. Nebst Verwendung klassisch/ethologischer, kognitiver und physiologischer Parameter sollen Hilfsmittel wie beispielsweise Zügeldruckmessgeräte, Thermographie, etc. angewandt werden. Verwendung der Indikatoren und automatisierten Messgeräte zur Beurteilung verschiedener Trainingsmethoden bzw. Nutzungssituationen.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 6 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Die Ergebnisse der angewandten Forschungsprojekte dienen dem besseren Verständnis über die Verhaltens-mechanismen von Pferden (und anderen landwirtschaftlichen Nutztieren) inklusive den Interaktionen von Mensch und Tier und somit der Verminderung von Unfallgefahren auf Betrieben und der Vermeidung von Tierleid beim Pferd. Sie führen

daher zu einem erhöhten Tierwohl und einer besseren Tiergesundheit, was einer Verpflichtung der Landwirtschaft gegenüber den Erwartungen der Gesellschaft entspricht. Durch effizientere Trainingsmethoden kann zudem die Wirtschaftlichkeit der Pferdehaltung gesteigert werden.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 7: (Tiergenetik & Tierzucht) Erarbeitung der Methoden zur präziseren Phänotypisierung von Persönlichkeitsmerkmalen der Pferde, sammeln von genügenden Datensätzen zur Verwendung in der Genomanalyse

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Alle Pferde werden in irgendeiner Art genutzt. Das durch Agroscope erarbeitete Erkenntnis- und Handlungswissen über den korrekten und sicheren Umgang mit ihnen oder mit anderen landwirtschaftlichen Nutztieren nutzt den bäuerlichen Pferdehaltern unabhängig von deren Produktionsform (konventionell, Bio, etc.)

Material und Methoden (grob skizziert)

Für das Entwickeln und Testen verlässlicher Methoden zur Phänotypisierung von Verhaltensmerkmalen und der Untersuchung von Zusammenhängen zwischen genetischen Faktoren und der Ontogenese von Verhaltenstypen, Stress-Sensibilität, etc. werden ethologische und physiologische Parameter beigezogen und in der Regel während standardisierter Tests erfasst. Genetisches Material wird mittels Haarproben gesammelt. Für die Bestimmung der Reabilität, Validität und Objektivität der Tests werden Wiederholungen zu verschiedenen Zeitpunkten und in unterschiedlichen Situationen von verschiedenen Beobachtern durchgeführt und verglichen.

Auch die Arbeiten zur intra- und interspezifischen Kommunikation erfordern die Durchführung von standardisierten Tests, oft mit vorangehenden Lernphasen, in welchen das Pferd gewisse Aufgaben mittels operanter und klassischer Konditionierung zu lösen erlernt.

Für die Studien zu Tierschutzindikatoren werden klassisch/ethologische, physiologische und kognitive Parameter in unterschiedlichen Situationen und bei unterschiedlichen vorher induzierten emotionalen Zuständen erhoben und verglichen. Zunehmend werden technische Hilfsmittel wie automatisierte Messgeräte (z.B. Zügeldruck, Thermographie ...) entwickelt und nach deren Validation verwendet werden.

Sämtliche praxisrelevanten Erkenntnisse werden durch den am Schweizer Nationalgestüt stark etablierten Wissenstransfer (Lehre auf allen Stufen wie an Universitäten, Hochschulen und Fachhochschulen, Berufsschulen, nach Tierschutzgesetzgebung obligatorischen fachspezifischen berufsunabhängigen Tierhalterausbildungen (FBA) und Sachkundenachweisen (SKN), diversen Praktikkursen / sowie Erstellen von Publikationen ebenso in peer reviewed Journals als auch in praxisorientierten Fachzeitschriften) fortlaufend an die Praxis und an den Vollzug (ATA- und AFA-Kurse des BLV) weitergegeben.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Bianchi, G., 2014: Sicherheitsanalyse zum Pferdesport in der Schweiz: Unfall-, Risikofaktoren und Interventionsanalyse. Bern: bfu – Beratungsstelle für Unfallverhütung. bfu-Grundlagen ISBN 978-3-906173-44-3 (PDF)
- Briefer Freymond S., Briefer E., Zollinger A., Gindrat-von Allmen Y., Wyss Ch., Bachmann I., 2014: Behaviour of horses in a judgment bias test associated with positive or negative reinforcement. Applied Animal Behaviour Science 158 (2014) 34–45.
- Briefer Freymond S., Bardou D., Briefer E.F., Bruckmaier R., Fouché N., Fleury J., Maigrot A.-L., Ramseyer A., Bachmann I., Zuberbühler K., 2015: The physiological consequences of crib-biting in horses in response to an ACTH challenge test. Physiology & Behavior 151 (2015) 121–128.
- Briefer E., Mandel R., Maigrot A.-L., Briefer Freymond S., Bachmann I., Hillmann E., 2017. Perception of emotional valence in horse whinnies. Frontiers in Zoology, 14:8.
- Hartmann E., Christensen J.W., McGreevy P., 2017: Dominance and Leadership: Useful Concepts in Human–Horse Interactions? Journal of Equine Veterinary Science, 52: 1-9.
- Hintze S., Smith S., Patt A., Bachmann I., Würbel H., 2016: Are Eyes a Mirror of the Soul? What Eye Wrinkles Reveal about a Horse's Emotional State. PLoS ONE 11(10): e0164017. doi:10.1371/journal.pone.0164017.
- Hintze S., Roth E., Bachmann I., Würbel H., 2017: Toward a Choice-Based Judgment Bias Task for Horses. JOURNAL OF APPLIED ANIMAL WELFARE SCIENCE. <http://dx.doi.org/10.1080/10888705.2016.1276834>.
- König v. Borstel U., 2013: Assessing and influencing personality for improvement of animal welfare: a review of equine studies. CAB Reviews 2013 8, No. 006.
- Lansade L., Philippon P., Hervé L., Vidament M., 2016: Development of personality tests to use in the field, stable over time and across situations, and linked to horses' show jumping performance. Applied Animal Behaviour Science; 176, 43-51.

- McBride S.D., Parker M.O., 2015: The disrupted basal ganglia and behavioural control: An integrative cross-domain perspective of spontaneous stereotypy. Behavioural Brain Research, 276; 45-58.
- McGreevy P., 2007: The advent of equitation science. The Veterinary Journal 174, 492-500.
- McGreevy P., McLean A., 2007: Roles of learning theory and ethology in equitation. Journal of Veterinary Behavior, 2, 108-118.
- Randle H., Steenbergen M., Roberts K., Hemmins A., 2017: The use of the technology in equitation science: A panacea or abductive science? Applied Animal Behaviour Science 190; 57-73.
- Sozialversicherung für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau SVLFG, 2017: Aktuelles zu Sicherheit und Gesundheitsschutz: Pferdehaltung. SVLFG, B21. Kassel

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Das oft fehlende Verständnis über das Pferdeverhalten kann zu erheblichem Tierleid, schlechten Ausbildungserfolgen und Sicherheitsrisiken bei der Pferdenutzung führen, was den Wirtschaftszweig Pferdebranche vermehrt schwächt. Die Forschung von Agroscope zum Verhalten von Pferden fördert den ethisch vertretbaren und sicheren Umgang mit Pferden und eine erfolgreiche Pferdenutzung.

Die Nutzung von Pferden steht oft unter Kritik, erhebliches Tierleid zu verursachen. In der Regel ist es mangelndes Verständnis der Reiter/Fahrer über das Pferdeverhalten, welches zu solchen Situationen führt und den Umgang mit diesem (um ein vielfaches schwereres und stärkeres) Fluchttier erschwert. Agroscope trägt mit seiner Forschung zum Pferdeverhalten dazu bei, dass das Wohlbefinden der Equiden in der Nutzung nicht beeinträchtigt wird und Effizienz sowie Sicherheit in der Pferdeausbildung gewährt sind. Hierzu werden Untersuchungen zu Lernverhalten, Persönlichkeitstypen, Kommunikationsformen und Ausdrucksverhalten durchgeführt. Der stark etablierte Wissenstransfer des Schweizer Nationalgestüts von Agroscope vermittelt die Erkenntnisse direkt an die Praktiker und Ausbilder.

Genehmigung des Projektes

Datum: 31.08.2017	Visum FGL: RvN
Datum: 31.10.2017	Visum FBL / KBL: slwa
Datum: 31.10.2017	Visum V SFF: hehd



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.06.17.01.01

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Ernährung_Milchkuh

Nr. Bereich.

17 Produktionssystem Tier und Tiergesundheit

Nr. Gruppe

17.1 Wiederkäuer

Projektleitung/Stellvertretung

Andreas Mürger / Frigga Dohme-Meier

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	6200
Beitrag zu SFF	6
Beitrag zu weitem SFF	1, 7, 17, 4

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	8.5; 9.25; 9.28; 17.7; 20.31; 23.123; 23.150; 23.178; 23.215
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Bedürfnis- und ressourcengerechte, nachhaltige Ernährung der Milchkuh

Bedürfnis- und ressourcengerechte, nachhaltige Ernährung der Milchkuh

Sustainable, resource- and requirement-focused feeding of the dairy cow

dairy cow, feeding system, nutrient requirements, welfare, nutrient efficiency

Ausgangslage und Problemstellung

Das genetisch bestimmte Leistungspotenzial der Milchkühe in der Schweiz ist weiterhin am Steigen, auch wenn nicht direkt leistungsbezogene Merkmale wie Gesundheit und Langlebigkeit in der Zucht an Bedeutung gewinnen. Der Hauptgrund sind die immer leistungsfähigeren Methoden der genomischen Selektion, die die Selektionszyklen verkürzen. Die Produktion sieht sich allerdings immer mehr in einem Spannungsfeld von Ansprüchen: Im Rahmen der wirtschaftlich motivierten Milchproduktion soll in erster Priorität das Wohlbefinden der Nutztiere sichergestellt werden, dabei wird dieser Begriff über die Gesunderhaltung hinaus erweitert. Weitere Forderungen sind die nach höherer Effizienz der Nähr- und Mineralstoffverwertung und verringerten umweltbelastenden Verlusten und Emissionen wie auch die Minimierung der Nahrungs- und Ressourcenkonkurrenz zum Menschen und zu anderen Nutztieren.

Vor diesem Hintergrund und im Licht neuer Erkenntnisse der Forschung, die für die verbesserte Bewertung der Futtermittel und Optimierung der Futterration nutzbar sind, ergibt sich die Forderung nach einer Überarbeitung respektive Erweiterung der Fütterungsempfehlungen für Milchkühe.

Die in der Schweiz gegebenen Voraussetzungen für die Landnutzung und den Futterbau und die Forderungen nach ressourcengerechter Produktion geben der Wiesenfütterung (Weide und Konserven) einen besonderen Stellenwert. In auf Wiesenfutter basierenden Fütterungssystemen mit keinem oder geringem Einsatz von Kraftfutter können hochleistende Milchkühe ihren Bedarf an Nährstoffen und Energie nicht decken. Sie sind daher anfälliger hinsichtlich gesundheitlichen Beeinträchtigungen, was wiederum ihr Wohlbefinden negativ beeinflusst. Auch das Risiko von schwer korrigierbaren Nähr- und Mineralstoffimbalancen ist bei weidebasierten Fütterungssystemen höher. Umweltbedingte Belastungen, die in Folge häufigerer Klimaextreme in Zunahme begriffen sind, können zudem die effiziente Nutzung der Weide und das Wohlbefinden der Tiere negativ beeinflussen.

Ziele und Forschungsfragen
1. Ernährungs- und umweltbedingte Belastungen des Stoffwechsels und ihre Auswirkungen auf Gesundheit und Wohlbefinden der Milchkuh sollen - mit Fokus auf relevanten schweizerischen Fütterungssystemen, speziell der weide-, bzw. grünlandbasierten Produktion - reduziert werden. Angestrebt wird eine Verbesserung der Stoffwechselstabilität und der Anpassungsfähigkeit an sich ändernde und in vermehrtem Mass standortbezogene Produktionsbedingungen. Hier steht zunächst die im Rahmen des Klimawandels potenziell zunehmende Hitzebelastung weidender Tiere im Vordergrund, aber nach wie vor auch die Problematik zunehmender Intensivierung der Produktion. Neue Möglichkeiten zur frühzeitigen Diagnose und damit die Möglichkeiten der Prävention von fütterungsbedingten Stoffwechsel-erkrankungen müssen dazu erschlossen werden. Forschungsfragen: Lassen sich geeignete Merkmale finden und validieren, die zur frühzeitigen Erkennung von Beeinträchtigungen des Wohlbefindens weidender Milchkühe geeignet sind? Lassen sich Fütterungs- und Managementstrategien bzw. Empfehlungen formulieren, die Belastungen verringern oder die Resilienz stärken? 2. Die Nährstoffverwertung der Milchkuh soll verbessert und Emissionen reduziert werden. Dazu soll vertieft der Frage nachgegangen werden, wie sich phänotypisch feststellbare Variationen von Verdauungs- und Verwertungsparametern erklären lassen. Forschungsfrage: Gibt es tierindividuelle, potenziell auch genetisch bestimmte Variation in der Nährstoffverwertung und lassen sich - im Kontext der schweizerischen Fütterungssysteme - Fütterungsstrategien und -massnahmen definieren, die nachhaltig und verifizierbar Emissionen reduzieren und die Nährstoffeffizienz verbessern? 3. Ziel (Thema Mineralstoffinteraktionen, MINT): Die Bioverfügbarkeit von Mineralstoffen, welche durch eine Grünlandbasierte Fütterung beeinflusst werden können, soll weiter quantifiziert werden, um deren effiziente und nachhaltige Nutzung zu fördern. Dazu soll auch die Kontrollmöglichkeit des Mineralstoffstatus der Tierherde evaluiert werden um mögliche Mängel, neben Rationenanalysen auch am Tier erkennen zu können. Forschungsfrage: Inwieweit wird die Bioverfügbarkeit von ausgewählten Mineralstoffen (in erster Linie Magnesium, Phosphor und Zink) durch Grünland basierte Fütterungseigenschaften (z. B. hohe Pansenpassagerate, hohe Gehalte an Kalium und Eisen, ...) beeinflusst und was ist der übliche Mineralstoffgehalt in Harn (Mengenelemente) und Blut (Mengen und Spurenelemente) bei weidenden Kühen? 4. Ziel (Thema Milch Jodgehalt, MIOD): Die zweitwichtigste Jodquelle zur Jodversorgung der Schweizerpopulation sind Milchprodukte. Ziel: Daten erarbeiten um einen für den gewünschten Jod Gehalt in der Milch eine Fütterungsempfehlung von Jod zu erstellen. Forschungsfragen: Was ist die Dosis-Wirkungs von Jod der Grünlandbasierte Ration auf den Jodgehalt der Milch? Welche Rationsbedingte Einflussfaktoren sollen in Betracht genommen werden? 5. Ziel (Thema Hypocalcämie, HYCA): Hypocalcämie um die Abkalbeperiode ist eine weit vorkommende Stoffwechselstörung. Agroscope hat vor einigen Jahren zu diesem Thema geforscht. Nun ist die Frage offen ob der Einsatz von Vitamin D3 Präparate den Calcium Status erhöhen kann und somit das Risiko an Festliegen nach dem Abkalben reduziert werden kann. 6. Die Modelle, die Aufnahme und Verwertung von Nährstoffen und Energie bei der Milchkuh abbilden und einerseits die Grundlage von Fütterungsnormen und -empfehlungen sind, andererseits die Abschätzungen von Umweltwirkungen der Produktion erlauben, sollen aufgrund der unter 1) bis 5) gewonnenen Erkenntnisse und international vorgeschlagener Neuerungen angepasst und erweitert werden. Die Empfehlungen sollen dem Tierwohl, den Ansprüchen an umweltschonende und ressourcengerechte Produktion und dem Potenzial neuer Technologien noch vermehrt Rechnung tragen. Forschungsfrage: Können die eingebrachten Anpassungen, in schweizerischen Fütterungssystemen getestet, diesen Kriterien nachhaltig und nachweisbar gerecht werden?

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 6 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)
Beitrag der Fütterung als Managementaspekt zur Erfüllung von Bedarf und Bedürfnissen beim Nutztier Milchkuh (Forschungsfrage 3) (Weiter-)Entwicklung von Fütterungsstrategien zur Vermeidung ernährungsbedingter Stoffwechselstörungen (Forschungsfragen 3 und 4) Leistungszucht und Wohlbefinden bei der Milchkuh, Einbezug des Produktionssystems (Forschungsfrage 6), ernährungsbezogene Indikatoren für das Tierwohl (Forschungsfrage 2)
Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)
zu SFF Nr. 1: Gezielte Nutzung von Pflanzeigenschaften aus dem Futterbau; effiziente und umweltschonende Biomassennutzung
zu SFF Nr. 7: Erfassung von Phänotypen; Genetik von Gesundheitsmerkmalen
zu SFF Nr. 17: Klimaresilienz von Produktionssystemen; Massnahmen zur Reduktion der Emissionsintensität

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Die entwickelten Modelle sind grundsätzlich auch unter den Bedingungen der Biomilchproduktion gültig. Auch die Ziele der Stoffwechselstabilität, der Effizienz und der Reduktion von Emissionen geniessen im Biolandbau grosses Interesse

Material und Methoden (grob skizziert)

- Es sind jährlich Fütterungsversuche oder Stoffwechselversuche mit Tieren aus dem Agroscope Milchviehbestand vorgesehen.
- Das Potenzial der vorhandenen Herden-, Tier- und Fütterungsdaten solle vermehrt für Metaanalysen genutzt werden. Damit verbunden ist der Ausbau der systematischen Erfassung und Validierung von Daten, auch durch die Nutzung neuer Technologien.
- Einsatz von Sensor- und Analysetechniken zur Beschreibung von Verdauung und Metabolismus sowie Verhaltensmerkmalen sowie Messtechnik zur Erfassung von Emissionen (GreenFeed).

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Denninger, T.M., Dohme-Meier, F., Schwarm, A., Vanlierde, A., Kreuzer, M., Dufey, P.-A., Mürger, A. 2017. Comparison of methane emission measured with two methods and ruminal fermentation traits in grazing dairy cows. In: Klimawandel und Nutztiere: eine wechselseitige Beeinflussung. (Kreuzer, M., Lanzini, T., Liesegang, A., Bruckmaier, R., Hess H.D. eds) ETH-Schriftenreihe zur Tierernährung. H 40, 74-81. (ISBN 978-3-906466-40-X)
- Falk, M., Mürger, A., Dohme-Meier, F. 2016. Technical note: A comparison of reticular and ruminal pH monitored continuously with two measurement systems at different weeks of early lactation. J. Dairy Sci., 99:1951–1955
- Falk, M., Mürger, A., Zbinden, R.S., Gross, J.J. Bruckmaier, R.M., Dohme-Meier, F., 2015. Comparison of milk production ruminal fermentation and metabolic load of dairy cows offered herbage with and without concentrate supplementation during transition and early lactation. In: Gesunde und leistungsfähige Nutztiere: Futter an Genotyp oder Genotyp an Futter anpassen ? (Kreuzer, M., Lanzini, T., Liesegang, A., Bruckmaier, R., Hess H.D. eds) ETH-Schriftenreihe zur Tierernährung. H 38, 104-106. (ISBN 978-3-906466-38-8)
- Grandl, F., Vanlierde, A., Colinet, F.G., Vanrobays, M.-L., Grelet, C., Dehareng, F., Gengler, N., Soyeurt, H., Kreuzer, M., Schwarm, A., Mürger, A., Dohme-Meier, F., Gredler B. 2017. Anwendung einer Schätzgleichung für Methanemissionen aus Milch-MIR-Spektren auf Daten der Schweizer Milchkuhpopulation. In: Klimawandel und Nutztiere: eine wechselseitige Beeinflussung. (Kreuzer, M., Lanzini, T., Liesegang, A., Bruckmaier, R., Hess H.D. eds) ETH-Schriftenreihe zur Tierernährung. H 40, 94-95. (ISBN 978-3-906466-40-X)
- Gross, J.J., Zbinden, R.S., Dohme-Meier, F., Bruckmaier, R.M. 2017. Adrenal Cortex Reactivity in Dairy Cows differs between lactational Stages and between different Feeding Levels. J. Anim. Physiol. An. N. (accepted)
- Mürger, A., Ineichen, S., Zeitz, J.O., Wellnitz, O., Dohme-Meier, F. 2014. Effect of different levels of soluble carbohydrates in hay on ruminal fermentation, microbial profile and plasma acute phase protein concentration in dairy cows. Proc. Soc. Nutr. Physio. 23, 31.
- Rérat, M., Schlegel, P., 2014. Effect of dietary potassium and anionic salts on acid–base and mineral status in periparturient cows. J. Anim. Physiol. An. N. 98: 458-466.
- Zbinden, R.S., Falk, M., Mürger, A., Dohme-Meier, F., van Dorland, H.A., Bruckmaier, R.M. Gross, J.J. 2017. Metabolic load in dairy cows kept in herbage based feeding systems and suitability of potential markers for compromised well-being. J. Anim. Physiol. An. N. 101(4): 767-778.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet

(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Neben der Intensivierung und dem Wunsch nach Effizienz und Umweltverträglichkeit ist die Milchkuh nun auch noch mit den Folgen des Klimawandels konfrontiert. Ein besseres Verständnis und eine rechtzeitige Diagnose der Belastungen soll ihre eigene Fähigkeit und die Entwicklung von Management- und Fütterungsstrategien zur Bewältigung dieser Herausforderungen stärken.

Die moderne Milchkuh muss sich weiter zunehmenden Herausforderungen stellen: Neben der Intensivierung und dem Wunsch nach höherer Effizienz und geringerer Belastung der Umwelt werden ihr zunehmende äussere Belastungen vor allem in Folge des Klimawandels zusetzen. Ein besseres Verständnis der Belastungsfaktoren und neue, verfeinerte Möglichkeiten der Frühdiagnose ihrer Folgen soll ihre eigene Resilienz gegenüber Umwelt und Ernährungsstress wie auch die Entwicklung von Management- und Fütterungsstrategien zur Bewältigung dieser Herausforderungen stärken.

Genehmigung des Projektes

Datum: 29.08.2017	Visum FGL: dofr
Datum: 31.10.2017	Visum FBL / KBL: hehd
Datum: 31.10.2017	Visum V SFF: hehd



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Agroscope

Programme d'activité

N° de projet

PA 2018-2021

18.06.17.02.01

Désignation abrégée/acronyme du projet (max. 20 caractères)

PigABred

N° Domaine

17

Système de production et santé animale

N° Groupe

17.2

Porc

Chef-fe de projet/suppléant-e

Catherine Ollagnier / Giuseppe Bee

Durée du projet

Début du projet

Fin du projet

4 ans

2018

2021

Projet

Total des jours de travail sans fonds tiers	2940
Contribution au CSR	6
Contribution à d'autres CSR	9

Enquête sur les besoins: contribution à la demande n°	2.46; 2.66; 8.13; 9.25; 23.7; 23.11; 23.222
Le projet contient des travaux financés par des fonds tiers	☒ oui ☐ non
Le projet contient une contribution à l'agriculture biologique	☒ oui ☐ non

Titre dans la langue originale

Mesures prophylactiques pour réduire l'utilisation d'antibiotiques dans l'élevage porcin

Réduction de l'antibiothérapie en élevage porcin

Prophylactic measures to reduce antibiotherapy in pig farms

Pig breeding, antibiotics, prophylaxy

Situation initiale et problématique

Comme mentionné dans le rapport conjoint de l'ECDC/EFSA/EMA (ECDC/EFSA/EMA, 2015), la consommation d'antibiotiques en 2012 en médecine vétérinaire était supérieure à celle en médecine humaine, bien que les situations varient entre les pays. La consommation moyenne en médecine humaine était de 116.4mg/kg (de 56.7 à 175.89 mg/kg) contre 144.0mg/kg en médecine vétérinaire (de 3.8 à 396.5mg/kg), les deux valeurs étant exprimées en biomasse estimée. L'apparition de bactéries résistante chez les animaux de rente était corrélée à la consommation d'antibiotique chez ces mêmes animaux. De plus, l'apparition d'*Escherichia coli* (E.coli) d'origine animale, résistant aux céphalosporines et aux quinolones était corrélée à l'apparition de ces résistances chez les E.coli d'origine humaine. Ces résultats semblent confirmer l'hypothèse d'une transmission des résistances depuis le réservoir animal vers le réservoir humain.

La résistance aux antibiotiques constitue une menace pour la santé mondiale, et doit être maîtrisée grâce à une approche globale – en médecine humaine et en médecine vétérinaire –. La nourriture, les animaux et les hommes sont autant de réservoirs bactériens qui s'interchangent les résistances. Le Danemark est un précurseur en matière de surveillance de la consommation d'antibiotique : un programme (Danmap) a notamment été initié dès 1995. Le rapport DANMAP de 2015 répertorie la quantité d'antibiotique vendue en 2015, par espèce animale et par catégorie d'âge. Dans ce rapport, 75% des antibiotiques vendus en médecine vétérinaire étaient destinées à l'élevage porcin, alors que les porcs ne représentent que 43% de la biomasse animale danoise, incluant le bétail, les animaux de compagnies, les chevaux, les volailles, les animaux à fourrure et l'aquaculture. Sur ces 75%, la majorité était utilisée pour traiter des porcs au sevrage. Alors que la consommation d'antibiotique a baissé depuis 2009, la consommation de colistine a nettement augmenté, notamment sur les porcs au sevrage (DANMAP, 2015).

Les diarrhées de post sevrage sont des diarrhées qui apparaissent dans les 10 jours (généralement dans les 4-5 jours) après le sevrage. Ces diarrhées représentent un problème majeur en élevage porcin car elles sont responsables de nombreuses pertes économiques, non seulement liées à la mortalité ou à la baisse de croissance des animaux malades mais aussi au coût des médicaments utilisés (antibiotiques) (Faithbrother, 2005). Plusieurs bactéries et virus peuvent provoquer cette maladie mais l'agent responsable le plus fréquent est *Escherichia coli* (*E. coli*), parfois en association avec un rotavirus. Il existe plusieurs types d'*E. coli* mais les *E. coli* Entérotoxinogènes (ETEC) sont les plus fréquents, notamment les ETEC F4 en Suisse. Pour prévenir l'apparition de diarrhées de post sevrage, de nombreux élevages ont recours à des traitements antibiotiques prophylactiques, souvent à base de colistine. Dans une étude sur 161 élevages en Suisse, 37% des élevages avaient régulièrement des problèmes de diarrhée de post sevrage (incidence des diarrhées supérieure à 10%) et 47% effectuaient une prophylaxie antibiotique lors du sevrage. La colistine était l'antibiotique le plus fréquemment prescrit (Hartmann, 2015).

Dans le cas des diarrhées de post-sevrage chez le porcelet, une des solutions proposées est l'utilisation de polyphénols et plus particulièrement de tannins. Deux précédents essais (Girard M., en cours de publication) ont montré que l'incorporation de 2% d'extrait de tannins de châtaignier réduisait la sévérité des diarrhées de post sevrage chez des porcelets artificiellement infectés avec des ETEC F4. De plus, l'utilisation de 2% de tannins a amélioré la croissance des porcelets infectés ainsi que la prise alimentaire. La durée des diarrhées a aussi été écourtée chez les porcelets ayant reçu des tannins par rapport à ceux ayant ingéré l'aliment standard.

Pour limiter l'apparition et la propagation des résistances, il est urgent de réduire la consommation d'antibiotique, notamment en élevage porcin. La diarrhée de post sevrage est une maladie fréquente pour laquelle de nombreux élevages ont recours aux traitements antibiotiques. Pour réduire l'antibioprophylaxie lors de cette phase critique, Agroscope travaille sur les mesures permettant de prévenir ces diarrhées. Grâce à la maîtrise du modèle infectieux par ETEC F4 sur le site de Posieux, l'efficacité de nouvelles méthodes prophylactiques peuvent être évaluées.

Objectifs et questions de recherche

Le projet PigABred vise à réduire l'utilisation d'antibiotiques en renforçant la capacité du porc à se défendre contre les infections. Les recherches se concentrent principalement sur les diarrhées de post sevrage, mais d'autres pathologies pourront être envisagées, notamment en cas de maladie émergente en Suisse. Quatre approches prophylactiques sont étudiées :

- La supplémentation de la ration: Certaines substances bioactives (par exemple les tannins, les probiotiques) sont testées pour leurs propriétés anti diarrhéiques. La dose et la durée d'utilisation optimale est déterminée.
- La composition quantitative de la ration: En cas d'agression par un pathogène, la physiologie et les besoins alimentaires du porcelet sont modifiés. Une modification quantitative de la ration permet de couvrir plus adéquatement ces besoins tout en créant un milieu moins favorable au développement du pathogène. Le ratio des différents constituants de la ration, notamment en minéraux, est adapté pour les périodes à risque.
- La génétique: certains génotypes de porc ne possèdent pas, par exemple, le récepteur (F4) nécessaire aux infections par ETEC F4. Cette particularité génétique peut conférer une résistance naturelle aux infections par ETEC (F4). Un partenariat sera recherché avec SUISAG.
- Le renforcement de l'immunité passive: l'efficacité de compléments en immunoglobuline pour la protection contre les diarrhées de post sevrage est évaluée.

Contribution concrète au CSR n° 0 (décrire en quelques phrases la contribution concrète et les nouvelles connaissances relatives au CSR, en précisant clairement le lien thématique avec les questions de recherche formulées dans le CSR)

Ce projet vise à apporter des solutions concrètes et pratiques pour réduire l'utilisation d'antibiotique dans l'élevage porcin.

Contribution à max 3 autres CSR (décrire en quelques phrases la contribution concrète relative aux questions de recherche formulées dans le CSR)

au CSR n° 9 : recherche d'alternatives à l'utilisation d'antibiotiques

Utilité principale pour l'agriculture biologique (dans le cas d'une contribution, la décrire concrètement en quelques phrases)

Certaines mesures prophylactiques (comme les substances bioactives, les rations adaptées à certaines physiopathologies, et la sélection génétique des porcs résistants) pourront être directement appliquées en agriculture biologique.

Matériel et méthodes (description sommaire)

Le projet se concentrera dans un premier temps sur les diarrhées de post sevrage. L'efficacité des mesures prophylactiques envisagées sera testée sur le modèle ETEC. Dans une première phase, différentes méthodes seront testées (screening). En cas de résultat prometteur, la méthode sera optimisée sur le modèle. Par exemple, la dose, la fréquence et la formulation du composé sera déterminée afin d'obtenir une efficacité optimale. Des combinaisons de différentes

mesures pourront aussi être envisagées. Quand l'efficacité des mesures prophylactiques testées sur le modèle sera jugée suffisante, ces mesures seront évaluées à plus grande échelle dans plusieurs élevages porcins en Suisse (essai terrain).

Bibliographie (toutes dernières connaissances / ne citer que quelques publications propres et étrangères scientifiques et axées sur la pratique)

- "Danmap 2015 - Use of Antimicrobial Agents and Occurrence of Antimicrobial Resistance in Bacteria from Food Animals, Food and Humans in Denmark." ISSN 1600-2032, 2015.
- European Centre for Disease, Prevention Control, Authority European Food Safety, and Agency European Medicines. "Ecdc/Efsa/Ema First Joint Report on the Integrated Analysis of the Consumption of Antimicrobial Agents and Occurrence of Antimicrobial Resistance in Bacteria from Humans and Food-Producing Animals." EFSA Journal 13, no. 1 (2015): 4006-n/a.
- Fairbrother, J. M., E. Nadeau, and C. L. Gyles. "Escherichia Coli in Postweaning Diarrhea in Pigs: An Update on Bacterial Types, Pathogenesis, and Prevention Strategies." . Anim Health Res Rev 6, no. 1 (Jun 2005): 17-39.
- Hartmann, S. "Antibiotikaeinsatz Und Tierbehandlungsindex in Schweizer Ferkelerzeugungsbetrieben." Universität Zürich, 2015.

**Teaser et résumé succinct du projet pour la communication/Internet
(Teaser: max. 400 caractères; résumé succinct: max. 800 caractères, espaces inclus)**

L'antibiorésistance est une menace pour la santé mondiale, et doit être combattue avec une approche interspécifique. Pour limiter sa propagation, il est urgent de réduire la consommation d'antibiotiques, notamment en élevage porcin. Les diarrhées de post sevrage sont une maladie fréquente souvent traitée par antibioprophylaxie. Agroscope travaille sur les mesures permettant de prévenir ces diarrhées.

La résistance aux antibiotiques est une menace pour la santé mondiale, et doit être maîtrisée avec une approche globale –médecine humaine et médecine vétérinaire –. La nourriture, les animaux et les hommes sont autant de réservoirs bactériens qui s'interchangent les résistances. La diarrhée de post sevrage est une maladie fréquente pour laquelle de nombreux élevages ont recours aux traitements antibiotiques. Pour limiter l'apparition et la propagation des résistances, il est urgent de réduire la consommation d'antibiotique, notamment en élevage porcin. Agroscope travaille sur les mesures permettant de réduire et/ou de prévenir ces diarrhées. Grâce à la maîtrise d'un modèle de diarrhée sur le site de Posieux, l'efficacité de nouvelles méthodes prophylactiques sera évaluée.

Approbation du projet

Date:	27.10.2017	Visa R GR:	begi
Date:	31.10.2017	Visa R DR / R DC:	hehd
Date:	31.10.2017	Visa R CSR:	hehd



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.06.17.02.03

Kurzbegriff/Projektakronym (max. 20 Zeichen)

Sowlact

Nr. Bereich.

17

Produktionssysteme Tiere und Tiergesundheit

Nr. Gruppe

17.2

Schweine

Projektleitung/Stellvertretung

Patrick Schlegel / Peter Stoll (Nachfolger)

Projektdauer

4 Jahre

Projektstart

2018

Projektende

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittel	2720
Beitrag zu SFF	6
Beitrag zu weitem SFF	7

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	11.2; 24.1; 24.9; 24.10; 24.11
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☐ ja ☒ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Hochfruchtbare Muttersauen in der Laktation

Muttersauenfütterung und Ferkelaufzucht

Lactation performance of hyperprolific sows and weaning piglet survival

sow; feeding; mineral; protein; milk composition; suckling piglets

Ausgangslage und Problemstellung

Das soweit angestrebte Zuchtziel auf grössere Würfe und die erhöhte Anzahl an abgesetzten Ferkel führt dazu, dass die bedarfsgerechte Fütterung hochfruchtbarer Muttersauen immer anspruchsvoller ist und wird. Dabei spielt die Nährstoffzufuhr, nicht nur von Protein und Fett sondern auch von Mengen- und Spurenelemente und Vitaminen, nicht nur während der Laktation sondern auch jene kurz vor dem Abferkeln eine zunehmend wichtige Rolle.

Die Periode vor dem Abferkeln ist nicht nur für das fötale Wachstum sondern auch für die Bildung des Euters und des Kolostrums von hoher Relevanz. Jüngste Untersuchungen haben gezeigt, dass sich die Menge an Plasma progressiv erhöht, welche täglich zwischen 10 Tage vor und 17 Tage nach dem Abferkeln durch das Euter fliesst. Mittels "Arterial-Venous Difference" an kurzkettigen Fettsäuren, Glukose und Aminosäuren konnte festgestellt werden, dass sich die Nährstoffaufnahme des Euters dementsprechend zwischen Ende der Trächtigkeit und der Kolostralperiode sowie zwischen der Kolostralperiode und der Hochlaktation stark verändert. Diesem unterschiedlichen und spezifischen Bedarf des Euters während diesen Prä- und Hochlaktations Phasen, muss mittels gezielter Nährstoffzufuhr Rechnung getragen werden, da dabei nicht nur die Milchproduktion und die postnatale Entwicklung der Ferkel, sondern auch die Gewichtsentwicklung, d.h. die Mobilisation von Körperreserven der Muttersau in der Laktation beeinflusst werden. Letztere hat vor allem grossen Einfluss auf die nachfolgende Reproduktionsleistung der Muttersau. Stark abgesäugte Sauen haben bekanntlich Schwierigkeiten trächtig zu werden, da der katabole Zustand, in dem sie sich befinden, Grund für Anöstrie sein kann. Kürzlich publizierte Untersuchungen deuten darauf hin, dass der Aminosäurebedarf (z. B. Lysin und Leucin) in der Früh- und Spätlaktation von hochfruchtbarer Sauen deutlich unterschiedlich ist und dass die Fütterungsempfehlungen entsprechend angepasst werden sollten. Gleiche Überlegungen gelten für Mineralstoffe, speziell für Ca und P welche mengenmässig von der Milchproduktion abhängen. Zudem ist bei der Milchkuh bekannt dass der Ca Stoffwechsel bei Laktationsstart eine wichtige Rolle spielt. Die meisten Daten dazu wurden vor 30 Jahren erhoben und sollen mit modernen hochfruchtbarer Sauen überprüft werden.

Die Ca- und P-Zufuhr spielt in der Aufzucht der Jungsauen eine wichtige Rolle im Bezug auf die Knochenmine-

ralisierung. In der ersten Aufzuchtphase (bis 100 kg Lebendgewicht) wird meist übliches Mastfutter verwendet, welches in Zukunft sehr Wahrscheinlich auf maximale Wachstumsleistung und nicht auf maximale Knochenmineralisierung ausgelegt wird, dies um die Ca- und P-Zufuhr zu reduzieren, damit die Effizienz der umweltrelevanten Phosphornutzung der Mastschweine gesteigert wird (in Bezug zu Projekt PigEfficiency). Ob die Knochenmineralisierung durch eine limitierte Ca- und P-Versorgung während der "Mastperiode" während der Trächtigkeit stabilisiert werden kann und keine negative Folgen auf die Ca- und P-Mobilisation während der Laktation hat, muss abgeklärt werden. In grösseren Würfen ist die Anzahl an leichtgewichtigen neugeborenen Ferkeln erhöht. Zudem übersteigt die Anzahl Ferkel jene der funktionellen Zitzen. Fütterungsstrategien müssen somit entwickelt werden, die eine Verbesserung und Optimierung der Nährstoffzufuhr leichtgewichtiger neugeborener Ferkel sicherstellt. Uns vorliegende Ergebnisse zeigen, dass das Handling leichtgewichtiger Ferkel eine grosse Herausforderung darstellt. Überzählige Ferkel in einem Wurf (die leichtgewichtigen oder die grössten Ferkel) können mit Milchersatzpulver aufgezogen werden. Obwohl das oberste Ziel darin liegt die untergewichtigen neugeborenen Ferkel am Leben zu erhalten, wird zusätzlich angestrebt, dass ihr Absetzgewicht sich demjenigen ihrer Geschwister möglichst angleicht. Dazu wird die Beifütterung von definierten limitierenden Aminosäuren und Energie auf den Zuwachs leichtgewichtiger Ferkel erforscht.

Ziele und Forschungsfragen

Das Hauptziel des vorliegenden Projektes ist die angepasste Fütterung der Muttersauen vor und während der Laktation, damit sie optimale Milchleistungen erbringen können und somit eine gute Nährstoffversorgung der Ferkel gewährleisten. Dies wirkt sich nicht nur auf die Nachhaltigkeit sondern auch auf die Wirtschaftlichkeit der Produktion aus. Die zu bearbeitenden Forschungsfragen sind in erster Linie:

- 1) Was hat eine Ca- und P-Fütterungsstrategie für Aufzuchttiere, die zu einer limitierten Knochenmineralisierung führt für Folgen auf den Mineralstoffstatus von Jungsauen und wie und wie rasch kann dieser wieder Maximiert werden um keine negativen Folgen bis zum 1. Absetzen zu bewirken?
- 2) Welche Gehalte an spezifischen Aminosäuren und welche Ca- und verdauliche P-Gehalte müssen das Trächtigkeits- (in der Späträchtigkeit) und das Laktationsfutter haben, um katabole Effekte während der Laktation zu minimieren und die Milchleistung zu optimieren?
- 3) Welche Gabe an Aminosäuren und Energie ist geeignet um das Wachstum und das Wohlbefinden leichtgewichtiger Ferkel zu verbessern?

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 6 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Das Projekt trägt zu den folgenden Fragen des SFF 6 bei:

- 3) Welche technische Hilfsmittel (Einrichtungen wie Futterdispenser im Rescue Deck oder der Abferkelbucht) sowie Managementpraktiken (Ernährung) erfüllen den Nährstoffbedarf von hochfruchtbaren Muttersauen und Ferkeln ohne Qualitätsaspekte, ökonomische und ökologische Anforderungen zu vernachlässigen?
- 4) Mit welchen Fütterungsstrategien können ernährungsbedingte Stoffwechselstörungen vermieden werden?
- 6) Welche Auswirkungen hat eine Beifütterung von leichtgewichtigen neugeborenen Ferkeln auf das Wohlbefinden der Tiere?

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 4: Proteinversorgung um die Abferkelperiode

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Material und Methoden (grob skizziert)

Ziel 1) Mittels DXA Messungen wird die Entwicklung der Körperzusammensetzung weiblicher Schweine ab 25 kg LG bis zum 1. Abferkeln regelmässig verfolgt. Die Tiere werden mit unterschiedlichem Niveau an Ca und verdaulichem P gefüttert.

Ziel 2) Zwischen Ende Trächtigkeit und Absetzen werden mittels mehreren Versuchen unterschiedliche Niveaus an entweder Aminosäuren oder Ca und verdaulichem P verfüttert. Neben Gewichtsentwicklung von Sau und Ferkel, werden entsprechende Messungen und Analysen in z.B. Milch-, Blut- und Harnproben durchgeführt.

Ziel 3) Fütterungsversuche mit leichtgewichtigen neugeborenen Ferkeln.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Gutzwiller und Schlegel, 2015. Mineralstoffgehalt der Knochen von Sauen als Indikator für die Kalzium- und Phosphorversorgung. ETH-Schriftenreihe zur Tierernährung.

- Madsen J. G. et al., 2017. Milk replacers supplemented with either L-arginine or L-carnitine potentially improve muscle maturation of early reared low birth weight piglets from hyperprolific sows. Animal, in press.
- Madsen J. G. et al., 2017. Impact of dietary l-arginine supply during early gestation on myofiber development in newborn pigs exposed to intra-uterine crowding. Journal of Animal Science and Biotechnology 8, 58.
- Mahan D. C. and E. A. Newton, 1995. Effect of Initial Breeding Weight on Macro- and Micromineral Composition over a Three-Parity Period Using a
- High-Producing Sow Genotype. Journal of Animal Science 73, 151-158.
- Mahan D. C. 2006. The changing mineral status of high reproducing sows -- What are their needs and when are the critical periods? Swine Nutrition. Conference, Indianapolis, USA.
- Schlegel and Gutzwiller, 2017. Effect of calcium und phosphorus on growth performance and mineral status in growing-finishing pigs. EAAP proceeding, Tallin, Estonia.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Die Anzahl jährlich abgesetzter Ferkel pro Sau hat in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich zugenommen. Diese Entwicklung benötigt neue Kenntnisse zur Ernährung der Sau für eine optimale Nährstoffversorgung der Ferkel. Vermehrt sind leichtgewichtige Ferkel zu erwarten, deren Wachstum mit einer angepassten Beifütterung unterstützt werden kann. Protein und Mineralstoffversorgung der Muttersau und Beifütterung von Ferkeln werden bearbeitet.

Die Grösse der Würfe und die Anzahl jährlich abgesetzter Ferkel haben pro Sau in den letzten Jahrzehnten kontinuierlich zugenommen. Der Nährstoffbedarf von hochfruchtbaren Muttersauen ist anspruchsvoller geworden und der Anteil leichtgewichtiger Ferkel nimmt zu. Eine angepasste Fütterung der laktierenden Muttersauen soll eine optimale Milchleistung sicherstellen und dadurch eine gute Nährstoffversorgung der Ferkel gewährleisten. Die Aminosäuren- und Mineralstoffversorgung der Sau und die Beifütterung von Protein und Energie von leichtgewichtigen neugeborenen Ferkel werden untersucht. In Relation mit dem Projekt PigEfficiency wird der Einfluss einer minimalen Phosphorernährung während der Mastphase auf die Knochenmineralisierung von Jungsaugen untersucht.

Genehmigung des Projektes

Datum: 27.10.2017	Visum FGL: begi
Datum: 31.10.2017	Visum FBL / KBL: hehd
Datum: 31.10.2017	Visum V SFF: hehd



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.06.17.04.01

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Nutztierhaltung

Nr. Bereich.

17

Produktionssysteme Tiere und Tiergesundheit

Nr. Gruppe

17.4

Tiergerechte Haltung

Projektleitung/Stellvertretung

Beat Wechsler / Nina Keil

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	904
Beitrag zu SFF	06
Beitrag zu weitem SFF	11, 14, 17

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	8.5
Beitrag enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Grundlagen zur tiergerechten Haltung von Wiederkäuern und Schweinen

Artgemässe Nutztierhaltung

Studies into the proper housing of ruminants and pigs

Rinder, Schweine, Schafe, Ziegen, Tierhaltung, Stalleinrichtung, Tierwohl

Ausgangslage und Problemstellung

Das Zentrum für tiergerechte Haltung: Wiederkäuer und Schweine ist ein Kompetenzzentrum des Bundesamtes für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV). Die in dieser Forschungsgruppe durchgeführten wissenschaftlichen Untersuchungen sollen einerseits Grundlagen für Entscheide im Rahmen des Prüf- und Bewilligungsverfahrens für serienmässig hergestellte Aufstallungssysteme und Stalleinrichtungen liefern (Vollzugsaufgabe). Andererseits sollen Projekte zu aktuellen, tierschutzrelevanten Problemen der Nutztierhaltung durchgeführt werden, um neue Erkenntnisse für die Beratung der kantonalen Vollzugsbehörden und für die Weiterentwicklung der Tierschutzgesetzgebung zu gewinnen (Vollzugsunterstützung und Politikberatung). Sowohl im nationalen wie auch im internationalen Kontext sollen die Projekte Beiträge zur Entwicklung neuer Methoden für die Beurteilung des Wohlergehens von Wiederkäuern und Schweinen leisten.

Ziele und Forschungsfragen

Im Rahmen des Prüf- und Bewilligungsverfahrens des BLV soll geprüft werden, wie sich serienmässig hergestellte Aufstallungssysteme und Stalleinrichtungen auf das Wohlergehen von Rindern, Schweinen, Schafen und Ziegen auswirken. Zudem werden in spezifischen Forschungsprojekten Fragestellungen zum Tierwohl bearbeitet, die sich aus der Entwicklung der Nutztierhaltung (z.B. neue technologische Lösungen, geänderte Managementmassnahmen, zuchtbedingte Veränderungen bei den Nutztierarten) ergeben. Ein weiteres Ziel ist es, neue Methoden zur Beurteilung des Wohlergehens von Wiederkäuern und Schweinen zu erarbeiten und zu validieren.

In Sinne einer rollenden Planung werden am Zentrum für tiergerechte Haltung jedes Jahr 1 bis 3 Projekteingaben ausgearbeitet, die dem BLV oder dem SNF mit einem Antrag zur Finanzierung unterbreitet werden. Diese Projekte werden für das Arbeitsprogramm AP 2018-2021 von Agroscope der vorliegenden Projektskizze "Nutztierhaltung" zugeordnet werden. Bereits 2017 beginnen wird ein vom BLV finanziertes, dreijähriges Dissertations-Projekt mit dem Titel

"Auswirkungen der Körpergrösse von Sauen auf das maternale Verhalten in Abferkelbuchten und die Erdrückungsverluste". Das Projekt beinhaltet Beobachtungen zum Platzbedarf für maternales Verhalten in Abhängigkeit der Körpergrösse, eine experimentelle Untersuchung zum Einfluss des Platzangebots auf maternales Verhalten sowie eine Erhebung zum Platzangebot in Abferkelbuchten, zur Körpergrösse der Sauen und zu den Erdrückungsverlusten auf Schweizer Praxisbetrieben. In den Jahren 2018/2019 werden Daten aus dem vom BLV finanzierten, zweijährigen Dissertations-Projekt "Lahmheitsbedingte Verhaltensänderungen bei Milchkühen – Eignung ethologischer Parameter für die Früherkennung" (2015-2017) von einer Post-Doc weiter bearbeitet werden mit dem Ziel, die Früherkennung so weit wie möglich zu automatisieren. Bis 2019 wird ein vom BLV finanziertes, 2016 begonnenes Dissertations-Projekt mit dem Titel "Aufmerksamkeitsbias als Methode zur Beurteilung des Wohlbefindens von Nutztieren" durchgeführt werden. In Experimenten mit Schafen soll exemplarisch ein Aufmerksamkeits-Bias-Test zur Messung der Stimmung (mood) von Tieren in Abhängigkeit von den Haltungsbedingungen entwickelt werden. Der Test basiert auf dem natürlichen Aufmerksamkeitsverhalten, das Tiere gegenüber negativen und positiven emotionalen Reizen zeigen. Im Rahmen von Masterarbeiten soll der Test anschliessend auch für Rinder und Schweine validiert werden. 2017-2020 wird ein vom SNF und der DFG finanziertes Projekt mit dem Titel "Impact of domestication on learning and cognitive capacities in goats – effects of long-term cognitive training on ungulate welfare and husbandry" sowohl am Standort Tänikon als auch am Leibniz-Institut für Nutztierbiologie in Dummerstorf bearbeitet werden. Im Hinblick auf die Praxis der Nutztierhaltung wird in einem Arbeitspaket dieses Projekts untersucht werden, wie sich die kognitive Anreicherung der Haltungsumwelt (cognitive enrichment) auf die Stressreaktivität, die Verhaltensflexibilität und die Mensch-Tier-Interaktion bei Ziegen auswirkt. Für 2017 ist vorgesehen, zusammen mit der Forschungsgruppe Wiederkäuer an Agroscope, dem Departement für Nutztierwissenschaften des FiBL und der Abteilung Veterinär-Physiologie der Vetsuisse Fakultät der Universität Bern sowohl beim BLV als auch beim BLW (Förderung der Forschung für den Biolandbau und eine nachhaltige Landwirtschaft) ein Projekt zum Thema Hitzestress bei Kühen mit Weidehaltung einzureichen. Das Zentrum für tiergerechte Haltung will in diesem Projekt Verhaltensindikatoren identifizieren, die es dem Tierhaltenden erlauben, frühzeitig auf Hitzestress zu reagieren und geeignete Massnahmen zu ergreifen. Ebenfalls 2017 wird in Kooperation mit der Schweineklinik der Vetsuisse Fakultät der Universität Bern beim BLV ein Projekt zum Thema Schwanzbeissen bei Mastschweinen zur Finanzierung eingereicht werden. In diesem Projekt soll auf Betrieben, in denen Schwanzbeissen gehäuft auftritt, geprüft werden, mit welchen Beratungsinstrumenten das Auftreten dieser Verhaltensstörung am effizientesten reduziert werden kann. Für die Jahre 2018-2020 sind derzeit zwei Projekteingaben beim BLV in Planung: a) eine epidemiologische Untersuchung zur Prävalenz von Klauenerkrankungen und Lahmheiten bei Milchziegen auf Praxisbetrieben und zu diesbezüglichen Risikofaktoren sowie b) die Entwicklung einer Methode zur Früherkennung von Lahmheit bei Kühen in Anbindehaltung, die den Tierhaltenden empfohlen werden kann. Längerfristig ist vorgesehen, in den Jahren 2019-2021 ein Forschungsprojekt zu tierschutzrelevanten Aspekten bei der Mutterkuhhaltung durchzuführen. Hierzu wird beim BLV ein Forschungsantrag eingereicht werden.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 6 (neue Erkenntnisse, mit Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Die Ergebnisse der angewandten Forschungsprojekte zeigen auf, wie sich technische Entwicklungen in der Nutztierhaltung auf das Wohlergehen und die Gesundheit von Wiederkäuern und Schweinen auswirken. In grundlagenorientierten Projekten werden neue Methoden entwickelt, mit denen das Wohlergehen der Tiere objektiv und möglichst automatisiert erfasst werden kann. Im Hinblick auf eine nachhaltige Tierhaltung wird untersucht, welche Indikatoren eine Früherkennung von gesundheitlichen Beeinträchtigungen ermöglichen.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Stichworten)

zu SFF Nr. 11: In Absprache mit dem SFF 11 (smart farming) werden Technologien entwickelt und evaluiert, welche eine automatisierte Früherkennung von gesundheitlichen Beeinträchtigungen (z.B. Lahmheiten bei Milchkühen) und die Erfassung des Wohlergehens ermöglichen. Beitrag zur Projektskizze "Digitalisierung der graslandbasierten Schweizer Milchproduktion – Nachhaltigkeit durch technologieoptimierte, smarte Milchproduktionssysteme".

zu SFF Nr. 14: Beratend wird bei der Weiterentwicklung von Methoden für die Bewertung der drei Dimensionen der Nachhaltigkeit darauf hingearbeitet, dass in Zukunft auch Aspekte des Tierwohls anhand von geeigneten Indikatoren berücksichtigt werden können. Beitrag zur Projektskizze "Weiterentwicklung von Methoden für die Bewertung aller drei Dimensionen der Nachhaltigkeit (Umwelt, Ökonomie und Gesellschaft) mit dem Ziel, neue Managementstrategien auf Betriebsebene zu entwickeln und umfassend zu bewerten"

zu SFF Nr. 17: Anhand ethologischer und physiologischer Parameter kann abgeschätzt werden, wie sich Hitzestress auf Milchkühe auswirkt und welche Massnahmen geeignet sind, um diesen zu reduzieren.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Stichworten)

(Beschreibung)

Material und Methoden (grob skizziert)

Für die Beurteilung der Tiergerechtheit von Aufstallungssystemen und Stalleinrichtungen werden in der Regel ethologische und veterinärmedizinische Parameter beigezogen. Geeignet sind auch nicht invasiv erhobene physiologische Parameter zur Stressbelastung wie die Herzfrequenzvariabilität oder die Cortisolkonzentration in der Milch. Zunehmend werden technische Möglichkeiten genutzt, um tierbezogene Parameter automatisch zu erfassen. Beispiele hierfür sind die automatische Tierortung sowie Sensoren zur Erfassung des Liegeverhaltens oder des Futteraufnahmeverhaltens. Die Untersuchungen werden sowohl im Versuchsbetrieb von Agroscope in Tänikon als auch auf Praxisbetrieben durchgeführt.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Gygax, L., Kutzer, T., Brötje, A. and Wechsler, B. (2015) Influence of an early exposure to the calving pen on lying behavior at calving and avoidance distance of dairy heifers. *Livestock Science*, 182: 108-111.
- Keil, N.M. und Patt, A. (2013) Eingliedern und Separieren von Ziegen: Wie kann man die Belastung mindern? ART-Bericht 765, Agroscope ART, Tänikon.
- Kutzer, T., Steilen, M., Gygax, L. and Wechsler, B. (2015) Habituation of dairy heifers to milking routine - Effects on human avoidance distance, behavior, and cardiac activity during milking. *Journal of Dairy Science*, 98: 5241-5251.
- Patt, A., Gygax, L., Wechsler, B., Hillmann, E., Langbein, J. and Keil, N.M. (2016) Context specificity of the ANS stress response during two regrouping experiments in goats. *Frontiers in Veterinary Science*, 3.
- Rufener, C. und Keil, N. (2016) Tierwohl. In: Roesch, A. et al. (Hrsg.), *Umfassende Beurteilung der Nachhaltigkeit von Landwirtschaftsbetrieben*. Agroscope Science, 33: 91-105.
- Vögeli, S., Lutz, J., Wolf, M., Wechsler, B. and Gygax, L. (2014) Valence of physical stimuli, not housing conditions, affects behaviour and frontal cortical brain activity in sheep. *Behavioural Brain Research*, 267: 144-155.
- Weber, R., Rzeznicek, M., Gygax, L. und Wechsler, B. (2015) Technische Ferkelammen im Test: Auswirkungen auf das Verhalten der Tiere, Arbeitswirtschaft sowie Wirtschaftlichkeit von technischen Ferkelammen. Agroscope Transfer 75, Agroscope, Tänikon.
- Wechsler, B. (2015) Bedürfnisse und Anpassungsfähigkeit von Nutztieren aus biologischer Sicht. *Vet Journal*, 9: 35-45.
- Zwicker, B., Weber, R. und Wechsler, B. (2013) Beschäftigungsmaterialien für Mastschweine: Was ist für Schweine attraktiv? ART-Bericht 762, Agroscope ART, Tänikon.
- Zwicker, B., Weber, R., Wechsler, B. and Gygax, L. (2015) Degree of synchrony based on individual observations underlines the importance of concurrent access to enrichment materials in finishing pigs. *Applied Animal Behaviour Science*, 172: 26-32.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet

(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Wer Milch trinkt und Fleisch isst, will sicher sein, dass die Tiere auf dem Bauernhof ihren Bedürfnissen entsprechend gehalten werden. Bei Agroscope werden Haltungssysteme für Wiederkäuer und Schweine auf Tiergerechtheit geprüft.

Die tiergerechte Haltung landwirtschaftlicher Nutztiere liegt der Schweizer Bevölkerung am Herzen. Als Beitrag zur Qualität der Nutztierhaltung beinhaltet das Tierschutzgesetz ein Prüf- und Bewilligungsverfahren für serienmässig hergestellte Aufstallungssysteme und Stalleinrichtungen. Die Prüfung von Haltungssystemen für Wiederkäuer und Schweine ist Aufgabe des Zentrums für tiergerechte Haltung des Bundesamtes für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen, das an Agroscope lokalisiert ist. Anhand des Verhaltens und veterinärmedizinischer Indikatoren wird das Wohlergehen der Tiere in den von Stallbauunternehmen angepriesenen Haltungssystemen beurteilt. Zudem tragen die Forschungsarbeiten dazu bei, tiergerechte Haltungssysteme zu entwickeln und neue Methoden zur Beurteilung des Wohlergehens von Tieren zu erarbeiten.

Genehmigung des Projektes

Datum: 13.07.2017	Visum FGL: wrbe
Datum: 31.10.2017	Visum FBL / KBL: hehd
Datum: 31.10.2017	Visum V SFF: hehd



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Agroscope

Programme d'activité

N° de projet

PA 2018-2021

18.06.17.05.02

Désignation abrégée/acronyme du projet (max. 20 caractères)

Abeille-apiculture

N° Domaine

17

Systèmes de production Animaux et santé animale

N° Groupe

17.5

Abeille

Chef-fe de projet/suppléant-e

Jean-Daniel Charrière / Vincent Dietemann

Durée du projet

Début du projet

Fin du projet

4 ans

2018

2021

Projet

Total des jours de travail sans fonds tiers	3656
Contribution au CSR	6
Contribution à d'autres CSR	5; 7; 16

Enquête sur les besoins: contribution à la demande n°	7.1; 7.2; 7.3; 7.4; 7.6; 7.7; 7.8; 7.13; 7.14; 7.16; 7.17; 7.18; 7.19; 7.20; 7.21; 7.22; 7.23; 7.24; 7.25; 7.26; 7.27; 7.28; 7.29; 7.30; 7.43; 7.44; 7.46; 7.5
Le projet contient des travaux financés par des fonds tiers	☒ oui ☐ non
Le projet contient une contribution à l'agriculture biologique	☒ oui ☐ non

Titre dans la langue originale

Abeille saine dans un environnement propice à son développement pour des produits apicoles de qualité et une pollinisation efficace

Santé de l'abeille, pratiques apicoles et produits apicoles

Healthy bees in an environment for her development and for the production of high-quality bee products and an efficient pollination

honey bee; Varroa destructor; European foulbrood; American foulbrood; colony losses; honey; pollen; wax; beekeeping

Situation initiale et problématique

L'apiculture européenne et en Amérique du Nord doit faire face à des mortalités de colonies récurrentes depuis plus d'une décennie ce qui rend l'activité apicole très précaire et a pour répercussion que de nombreux apiculteurs renoncent à cette activité. La recherche des causes principale n'est pas chose facile car de nombreuses causes interagissent et les combinaisons varient d'une année à l'autre et d'un endroit à l'autre. Même si tous les cas de mortalités de colonies ne peuvent pas leur être attribués, le parasite *Varroa destructor* et les virus qu'il transporte sont reconnus par la plupart des apidologues comme étant des causes importantes de ces pertes. En plus des problèmes de mortalité hivernale de colonies, plusieurs régions suisses doivent faire face à une épizootie de loque européenne ce qui impose la destruction de centaines de colonies, un travail d'assainissement et des pertes économiques importants. Une meilleure connaissance de l'épidémiologie de cet agent pathogène de même que des capacités naturelles de l'abeille à se défendre contre cette maladie est souhaitable. La sélection d'abeilles tolérantes serait également une voie à suivre. De nouvelles menaces pour la santé de l'abeille, conséquences de la mondialisation, risquent d'apparaître dans les années à venir et pour lesquelles il faut anticiper la parade. Nous pouvons citer ici le petit coléoptère de la ruche (*Aethina tumida*) qui a fait son apparition en 2014 dans le sud de l'Italie et au frelon asiatique (*Vespa velutina*) repéré en avril 2017 dans le Jura suisse et qui est un prédateur de l'abeille mellifère. Dans les deux cas, il faut prévoir les stratégies de diagnostic, d'éradication dans un premier temps puis, si elle échoue, les stratégies de cohabitation. Les connaissances sur leur biologie sont cependant lacunaires.

L'attractivité de l'apiculture est en partie garanti par des prix relativement élevés pour les produits apicoles qu'il fait pouvoir justifier par une qualité des produits irréprochable. Les menaces sur la qualité peuvent avoir différentes origines: une sources importantes de contamination des produits de la ruche est constituée par les traitements effectués par les apiculteurs eux-mêmes pour lutter contre les maladies et les ravageurs. Des produits répendus dans l'environnement par l'homme (pesticides, pollutions diverses) ou même d'origine naturelle (alkaloïdes par ex) peuvent également contaminés le miel ou le pollen. Ces dernières années, la problématique des falsifications et des fraudes a gagné en visibilité. Il peut concerner l'origine géographique ou botanique des produits de même que la qualité de ceux-ci (par. ex. adjonction de paraffine dans la cire d'abeille). Pour mieux protéger la production indigène de même que pour éviter des problèmes pour la santé des abeilles et humaine, des méthodes de détection doivent être développées pour permettre des contrôles de qualité.

Des pratiques agricoles apparaissent et il peut être important de connaître les conséquences pour les abeilles. Certaines pratiques apicoles sont à proscrire afin de garantir la santé des abeilles et la qualité des produits de la ruche et des alternatives doivent être développées.

Détenir des colonies d'abeilles devient toujours plus complexe et exige des connaissances approfondies. Il est donc important pour Agroscope de soutenir les organes de formation mis en place en Suisse pour former les apiculteurs (associations et Service sanitaire apicole). Cette formation se fait également via notre site Internet.

Agroscope, de par sa fonction d'institut de recherche appliquées, dispose d'une infrastructure appropriée pour réaliser des essais de terrain permettant de répondre aux questions pratiques.

Objectifs et questions de recherche

- 1) Lutte contre Varroa: comment améliorer et simplifier les traitements proposés actuellement? Peut-on trouver de nouveaux moyens de lutte avec une bonne efficacité, inoffensif pour les abeilles et n'altérant pas la qualité des produits de la ruche?
- 2) Lutte contre la loque européenne: peut-on améliorer la procédure d'assainissement de ruchers atteint de loque? La destruction de colonies malades est-elle toujours nécessaire? Peut-on sélectionner une abeille tolérante/résistante?
- 3) Aethina tumida et Vespa velutina: Quelles mesures de prophylaxie, de conduite de ruchers et de police sanitaire doivent être appliquées pour que l'abeille mellifère puisse vivre avec ces nouveaux ravageurs.
- 4) Le laboratoire de référence pour les maladies de l'abeille (RefLab) encadre de manière compétente les laboratoires de routine et est un partenaire fiable pour l'OSAV.
- 5) Disposer de méthodes d'analyses permettant d'évaluer la présence de certaines substances contaminantes dans les différentes matrices apicoles. Poursuivre le monitoring de la qualité des cires et l'adapter aux nouvelles menaces.
- 6) Mettre en relation les pertes de colonies avec les pratiques apicoles, le climat et l'occupation des sols. Quelles sont les raisons principales pouvant expliquer les mortalités de colonies d'abeilles?
- 7) Fournir des conseils pertinents et des formations de qualité aux milieux apicoles.
- 8) Disposer d'un cheptel de colonies permettant de faire des essais de terrain.
- 9) Evaluer de manière critique les nouvelles pratiques apicole et agricoles en regard du risque pour la santé des abeilles et de résidus dans les produits de la ruche.

Contribution concrète au CSR n° 6 (décrire en quelques phrases la contribution concrète et les nouvelles connaissances relatives au CSR, en précisant clairement le lien thématique avec les questions de recherche formulées dans le CSR)

Nos recherches doivent permettre de mettre en lumière les causes primaires et les interactions entre les diverses causes possibles des pertes de colonies observées ces dernières années.

Améliorer, simplifier et accroître l'efficacité de la lutte contre les maladies pour améliorer la santé des abeilles et augmenter la rentabilité de l'apiculture.

Eclaircir si les moyens de lutte contre les maladies présentent un risque de résidus dans les produits apicoles. La présence de résidus de substances de traitements apicoles ou agricoles ou de substances d'origine naturelle peuvent influencer négativement la santé des abeilles. Il est donc important d'en connaître leur origine, d'en suivre l'évolution et de trouver des solutions pour les éviter.

Ces éléments doivent permettre d'améliorer la santé des abeilles (but N° 7).

Contribution à max 3 autres CSR (décrire en quelques phrases la contribution concrète relative aux questions de recherche formulées dans le CSR)

au CSR n° 5 : La recherche des causes des mortalités de colonies d'abeilles pourrait déboucher sur une meilleur compréhension des mécanismes d'exposition des pollinisateurs aux PTP et servir de base pour l'homologation et pour leur utilisation à moindre risque dans la pratique.

au CSR n° 7 : La recherche des mécanismes de résistances à certaines maladies chez des souches d'abeilles pourrait fournir des informations primordiales pour développer des tests phénotypiques applicables dans le terrain.

au **CSR n° 10** : Améliorer et maintenir la haute qualité des produits de la ruche suisses afin de justifier et garantir le prix de vente appliqué en Suisse. Les fraudes sont plus facilement détectées et le consommateur a une grande confiance dans la qualité des produits apicoles suisses (positionnement des produits apicoles d'origine suisses).

Utilité principale pour l'agriculture biologique (dans le cas d'une contribution, la décrire concrètement en quelques phrases)

Les avancées réalisées en matière de lutte durable contre les maladies et les ravageurs de l'abeille sont directement applicables et bénéfiques pour l'apiculture biologique.

Suivi des contaminants dans les produits apicoles et recherche de solutions pour les éviter peut déboucher sur une réduction des intrants et des produits moins problématiques.

Matériel et méthodes (description sommaire)

- Collaboration avec apisuisse pour la réalisation de l'enquête sur les mortalités de colonies selon le protocole développé par le groupe international COLOSS. Ces données auxquelles viennent s'ajouter des données climatiques et d'occupation du sol doivent permettre de déterminer les facteurs en lien avec les mortalités de colonies.
- Amélioration des méthodes existantes de lutte contre le Varroa sur nos propres ruchers, puis à plus grande échelle avec un panel d'apiculteurs. Recherche de nouvelles substances naturelles toxiques pour le parasite Varroa mais inoffensives pour l'abeille et ne présentant pas de risque de résidus dans les produits apicoles. Essais biologiques dans nos laboratoires et sur nos ruchers expérimentaux et travaux de fractionnement des substances par un partenaire en Australie spécialisé en la matière.
- Recherche d'un critère de sélection simple pour sélectionner une abeille peu sensible à la loque européenne. Les travaux de D. Grossar laissent supposer que la sélection pour un bon comportement hygiénique pourrait être une solution.
- Une fois les nouveaux ravageurs (*Aethina tumida*, *Vespa velutina*) établis en Suisse, développement de conduites de ruchers spécifiques aux conditions suisses devant permettre de cohabiter avec ces ravageurs (détection, prophylaxie, lutte).
- Untersuchungen von Rückständen in Honig und Wachs: Nebst Wirksamkeit und Verträglichkeit werden neue Varroa-Behandlungsmethoden sowie auch veränderte Applikationsformen/Zeitpunkt bekannter Methoden auf Rückstände in Bienenprodukten getestet. Dazu braucht es Methodenentwicklungen.
- Koordination und Betreuung des Schweizerischen Wachsmonitoringprogramms: In Zusammenarbeit mit den Schweizer Wachsproduzenten werden Chargenmuster erhoben, welche auf Akarizide untersucht werden. Diese dienen als Indikator für die Bienenwachsqualität in der Schweiz sowie auch als Grundlage zur Beurteilung, welche Varroa-Bekämpfungsmittel in der Schweizer Imkerei eingesetzt werden. Die Messparameter werden dem aktuellen Bedarf entsprechend angepasst und neue Analysenmethoden entwickelt. Zur Zeit wird der europäische Bienenwachsmarkt mit Billigimporten aus Asien überschwemmt. Dieses Wachs ist oft mit Paraffin oder Stearin verfälscht, was zu Problemen in der Imkerei führt. Zusammen mit den Verband Schweizer Wachsproduzenten erarbeiten wir Lösungsansätze wie die Qualität des Schweizer Bienenwachses auf einem hohen Niveau gehalten werden kann.
- Fermentation von Honig: Vor allem Honig mit einem hohen Rapsanteil kann bei ungünstiger Lagerung innerhalb weniger Monaten fermentieren. Wir planen Hefearten zu identifizieren, welche für die Fermentation von Honig verantwortlich sind. Ausserdem vergleichen wir Hefearten im Nektar von Rapsblüten mit denen verschiedener Honigsorten, um allfällige Raps-typische Gärhefearten zu identifizieren. Ihre Stoffwechselprodukte können allenfalls als Fermentationsmarker dienen (Zusammenarbeit Sensorik / Aromaanalytik). Im weiteren werden imkerliche Massnahmen zur Senkung des Wassergehaltes gesucht, welche das Risiko der Gärung verringern.
- Verfälschung von Honig mit Fremdzucker: Zuckerfütterung kurz vor oder während der Tracht kann zu Honigverfälschung mit Fremdzucker führen. In Zusammenarbeit mit QSI, einem Analyselabor in Bremen, entwickeln wir neue Methoden zum Nachweis von Zuckerfütterung im Honig.
- Beratungen zum Labelprogramm apisuisse und für die Honigkommission; Unterhalt und Weiterentwicklung der Früherkennungsinstrumente im Schweizerischen Honignetzwerk; Mitwirken in der Internationalen Honigkommission.
- Schulungen zecks Wissenstransfer organisiert durch Imkerverbänden und Bienengusubdheitsdienst und Homepage ZBF
- Dans le cadre d'un projet "Resource" des cantons du Jura et Vaud (Agriculture et pollinisateurs), encadrement scientifique des travaux visant à mesurer l'impact sur les colonies d'abeilles des mesures prévues pour favoriser le développement de l'abeille mellifère et des abeilles sauvages (probablement sous forme d'une thèse).

Bibliographie (toutes dernières connaissances / ne citer que quelques publications propres et étrangères scientifiques et axées sur la pratique)

- Sieber, R. & J. D. Charrière (2017). "Wieder etwas höhere Winterverluste." Schweizerische Bienenzeitung 140(7): 5.
- R. Ritter, Verfälschung und Kontaminationen des Bienenwaches, Schweizerische Bienenzeitung 01/2017.
- C. Kast & A. Roetschi, Evaluation of baker's yeast in honey using a real-time PCR assay, Food Microbiology 62, 282-288, 2017.
- Droz, B., et al. (2016). "Königin käfigen - eine Methode zur Varroabekämpfung im Sommer?" Schweizerische Bienenzeitung(1): 20-23.
- Marie, G., et al. (2016). "Einfluss von Herbst-Zwischenkulturen auf die Entwicklung von Honigbienenvölkern." Agrarforschung Schweiz 7(3): 120.

Teaser et résumé succinct du projet pour la communication/Internet
(Teaser: max. 400 caractères; résumé succinct: max. 800 caractères, espaces inclus)

Pour préserver l'attractivité de l'activité apicole en Suisse et garantir ainsi une pollinisation des plantes sauvages et cultivées, il est important de fournir aux apiculteurs des outils de production performants. Nous voulons développer et tester des solutions pour maintenir la santé des colonies menacée par des maladies ou des pratiques agricoles et pour assurer la qualité des produits de la ruche.

L'apiculture suisse fait face à différents problèmes d'épizooties qui compliquent de manière importante l'activité apicole et exigent un savoir-faire étendu de la part des apiculteurs/trices, qui pratiquent cette activité principalement comme passe-temps. Afin de maintenir l'attrait pour cette activité et assurer ainsi la fonction de pollinisateur des plantes cultivées et sauvages qu'assume l'abeille, il est important de trouver des solutions à ces problèmes. Les solutions à apporter pour lutter contre les maladies de l'abeille et pour garantir la bonne qualité des produits de la ruche doivent être crédibles et testées dans le terrain dans les conditions suisses. Les nouvelles pratiques agricoles doivent aussi être évaluées au regard de leurs effets, positifs ou négatifs, sur les pollinisateurs.

Approbation du projet

Date: 4.09.2017	Visa R GR: crjd
Date: 31.10.2017	Visa R DR / R DC: hehd
Date: 31.10.2017	Visa R CSR: hehd



SFF 7

Tiergenetik und Tierzucht für eine standortangepasste Nutztierhaltung einsetzen

AutorInnen	Stefan Rieder, Hans Dieter Hess
Begleitende WissenschaftlerInnen	Markus Neuditschko
Verantwortliche/r BereichsleiterIn	Hans Dieter Hess
Research Peer	Markus Neuditschko

Zusammenfassung

Eine zukünftige Herausforderung in der Tierproduktion ist die effizientere Nutzung von Ressourcen, verbunden mit einer verbesserten Tiergesundheit und einem erhöhten Tierwohl. Damit dies erreicht werden kann, braucht es vertiefte Erhebungen und Analysen von informativen Phänotypen und die geschickte Verbindung derselben mit genetischen, genomischen und metabolischen Daten. Daraus kann mit dem Ziel einer optimierten Selektion ein besseres Verständnis über biologische Prozesse in Tieren abgeleitet werden.

Im Fokus steht die Erarbeitung neuer, verbesserter Zuchtprogramme zur Erzeugung effizienterer und robusterer Tiere. Um die Anpassungsfähigkeit von Nutztieren und einen langfristigen Zuchtfortschritt zu gewährleisten, ist die Erhaltung der genetischen Diversität lokaler und internationaler Rassen eine Schlüsselaufgabe im Nutztiersektor der Zukunft.

Ausgangslage und Hintergrund

Neue Merkmale

Robuste, effiziente, anpassungsfähige Nutztiere (Rinder, Schweine, Kleinwiederkäuer, Pferde und Bienen) und Gesundheitsmerkmale gewinnen in der Tierproduktion an Bedeutung. Diese Merkmale können meist nur auf Station erhoben werden. Agroscope hat die Möglichkeit mit seinen Tierhaltungsbetrieben substantielle Daten für die Optimierung entsprechender Tierzuchtprogramme zu generieren und Grundlagen für die Selektion von Tieren in der landwirtschaftlichen Praxis zu liefern.

Zucht auf Nachhaltigkeit

(Big-Data) Weiterentwicklung von ökonomischen und nachhaltigen Zuchtprogrammen, die robuste, ressourceneffiziente und qualitativ hochstehende Tiere hervorbringen, und unter Bewahrung einer hohen genetischen Diversität in den Zuchtpopulationen einen langfristigen Zuchtfortschritt ermöglichen.

Genetische Ressourcen

Erhalt der tiergenetischen Ressourcen für zukünftige Generationen gemäss «Interlaken Declaration (2007)», resp. dem nationalen Aktionsplan für tiergenetische Ressourcen der Schweiz (Basis «Convention on Biological Diversity, 1992»).

Nationales und internationales Forschungsumfeld

Tier-, Pflanzenzucht und Reproduktion stehen am Anfang der landwirtschaftlichen Produktionskette. Tierzucht kann zur Zeugung von robusten, effizienten und gesunden Tieren beitragen, die weniger Medikamente benötigen und sich durch höheres Tierwohl auszeichnen.

Die Kluft zwischen Angebot und Nachfrage für landwirtschaftliche Produkte ist stetig steigend. Die FAO rechnet bis ins Jahr 2050 mit einer Zunahme der Nachfrage nach Produkten tierischen Ursprungs von über 70%. Der genetische Fortschritt bei Tieren und Pflanzen enthält ein grosses Potenzial bezüglich zukünftiger Produktivitätssteigerungen und ist ein Schlüsselfaktor für Innovation in der landwirtschaftlichen Produktion. Um Antworten auf die Herausforderungen der Zukunft zu finden müssen Forschung und Entwicklung in der Zucht ein breites Spektrum von Aufgaben abdecken, von der Charakterisierung genetischer Ressourcen, der Erfassung von Merkmalen bis hin zur Versorgung mit ausreichenden Mengen an erstklassigen landwirtschaftlichen Produkten wie Nahrungsmittel für Mensch und Tier, Energie und Fasern.

Eine der zukünftigen Herausforderung in der Tierproduktion ist die effizientere Nutzung von Ressourcen über züchterische Massnahmen, verbunden mit einer verbesserten Tiergesundheit und einem erhöhten Tierwohl. Dazu sind informative Phänotypen (=die am Tier messbaren Eigenschaften) sowie genetische, genomische und metabolische Daten notwendig. Im Fokus steht die Erarbeitung neuer, optimierter Zuchtprogramme zur Erzeugung

effizienterer und robusterer Tiere. Um die Anpassungsfähigkeit von Nutztieren und einen langfristigen Zuchtfortschritt zu garantieren, sind angepasste Reproduktionstechnologien sowie die Erhaltung der genetischen Diversität von lokalen und internationalen Rassen Schlüsselaufgaben im Nutztiersektor der Zukunft.

Innovationen auf dem Gebiet der Molekularbiologie und der Bioinformatik ermöglichten in den letzten Jahren eine eigentliche Revolution in den Züchtungswissenschaften. Durch kostengünstige Hochleistungsgenotypisierung, sowie der Sequenzierung ganzer Genome, stehen heute genetische Daten in nie dagewesener Form pro Tier zur Verfügung. Die Herausforderung besteht in der effizienten Aufbereitung und Langzeitlagerung dieser Datenmengen sowie in deren optimaler Nutzung für züchterische Belange. Dies bedingt beispielsweise sehr effiziente Algorithmen zur Aufbereitung der Rohdaten aus dem Labor und ebenso effiziente und methodisch verlässliche Modelle und Instrumente im Hinblick auf konkrete Fragestellungen. Sei dies im Rahmen der Zuchtwertschätzung oder im Rahmen der Analyse der genetischen Architektur einzelner Merkmale.

Im Bereich der Milchviehzucht sind die neuen Technologien bisher am konsequentesten umgesetzt worden. Durch den Technologieeinsatz konnten die teuren und langjährigen Nachzuchtprüfprogramme soweit umgestaltet werden, dass neben einem erhöhten Zuchtfortschritt durch Verkürzung der Generationenintervalle, insbesondere auch massive Einsparungen bei den Züchtungskosten resultierten. Trotz der weltweiten Anwendung molekulargenetischer Daten in den praktischen Milchviehzuchtprogrammen steht man doch noch am Anfang und weitere konzeptionelle und technologische Entwicklungen sind zu erwarten. In keiner anderen Nutztierart hat sich bisher der Einsatz der neuen Technologien derart etabliert wie beim Milchvieh. Dies hat zum einen mit dem Verhältnis Züchtungskosten, Züchtungsgewinn zu tun. Der Einzeltierwert eines Huhns, einer Biene und eines Rindes sind nicht vergleichbar, die Kosten für Labor und Auswertung jedoch identisch. Kürzere Generationenintervalle, mehrere Nachkommen pro Zeiteinheit und die früh mögliche Erfassung der Phänotypen, unterscheiden beispielsweise Schweine, Hühner und Fische vom Rind. Die Professionalität und Struktur der Zuchtprogramme, die Verbreitung und der Einsatz der künstlichen Besamung, die Grösse der Populationen, sind weitere Punkte, die ausserhalb der Milchviehzucht den Einsatz der genomischen Selektion bisher einschränkten.

Trotzdem, bei einem potenziell realisierbaren Zuchtfortschritt von um die 10% pro Jahr, rechnet die Wissenschaft damit, dass zukünftige Tierzuchtprogramme bei allen Nutztierarten Pedigrees, Phänotypen und genomische Informationen beinhalten werden. Gleichzeitig steigt auch die Bedeutung von qualitativ hochstehenden Phänotypen. Ohne diese kann die Genotypisierung/Sequenzierung ihr Potenzial schlicht nicht vollständig entfalten. Diverse Phänotypen werden heute, zumindest in den industrialisierten Ländern, routinemässig im Rahmen von Zuchtprogrammen erhoben. In Zukunft dürfte die heutige Phänotypisierung durch Experten wegen der Entwicklungen im Bereich «Precision Livestock Farming» eine starke Automatisierung erfahren (z.B. Daten aus Melkrobotern, Futterautomaten, Tierüberwachungsanlagen, Transpondern, Loggern, etc.). In diesem Kontext werden in Zukunft Phänotypen, die bisher im Feld schwierig, zu teuer oder gar nicht messbar waren, an Bedeutung gewinnen. Dies sind Phänotypen zu Gesundheitsaspekten, Verhalten, Ressourceneffizienz und Umwelteffekten.

Verschiedene laufende oder bereits abgeschlossene und teilweise durch die EU finanzierte Initiativen beschäftigen sich mit den erwähnten Fragestellungen. Die Programme METHAGENE und RUMINOMICS koordinieren Forschungsbestrebungen rund um die Frage der Reduktion von Emissionen aus der Rindviehhaltung, als Beitrag zur Erreichung der Klimaziele. GENE2FARM koordiniert Projekte im Hinblick auf die Optimierung der genomischen Selektion auf Basis von Rindergenomsequenzen. Bei FEEDAGENE geht es um die Verbesserung der Ressourceneffizienz durch Selektion bei Monogastriern. EADGENE war ein Exzellenz-Netzwerk, welches mittels eines genom-basierten Ansatzes Wirt-Pathogen Interaktionen untersuchte. Ziel war die Entwicklung von verbesserten Therapien, Impfungen, Diagnostik und die Züchtung von krankheitstoleranteren Nutztieren. Eine weitere Initiative nannte sich LOWINPUTBREEDS. Das Ziel lag in der Entwicklung von integrierten Züchtungs- und Managementstrategien zur Verbesserung der Tiergesundheit, dem Wohlbefinden, der Produktequalität und der Leistungen in der organischen Landwirtschaft der EU.

Weitere Programme untersuchen genetische und umweltbedingte Einflüsse auf die Fruchtbarkeit. Die technologischen Entwicklungen führen auch zu einer engeren Zusammenarbeit auf wissenschaftlicher Ebene im Bereich der Tier- und Pflanzenzucht sowie der Humangenetik. Ausdruck dafür sind beispielsweise das Programm SYNBREED (Synergistic Plant and Animal Breeding, koordiniert durch die technische Universität München) sowie das Zentrum für integrative Genetik an der Universität Göttingen. Letzteres wird seinen Betrieb im Jahr 2016 aufnehmen. Auf EU Ebene werden die Interessen der Nutztierbranche, inkl. die Forschung im Bereich Nutztiere, durch die Animal Task Force (ATF) und die Farm Animal Breeding and Reproduction Technology Platform (FABRE-TP) vertreten. Die Schweiz ist in beiden Organisationen sowohl von Seiten der Industrie (Zuchtorganisationen) wie auch von Seiten der Forschung (Agroscope) vertreten. Auf diese Weise ist gewährleistet, dass die aktuellen und zukünftig relevanten Fragen im Nutztiersektor auch in der Schweiz auf der Agenda der privaten Zuchtunternehmen wie der öffentlichen Forschung erscheinen.

Im Januar 2016 publizierte die FAO, nach 2007, ihren zweiten Weltreport zu den tiergenetischen Ressourcen für Landwirtschaft und Ernährung. Der Bericht dokumentiert die aktuelle Nutztierbiodiversität, deren Management,

Nutzungsformen, Leistungen, sozio-kulturelle Werte, Gefahren, sowie Sektortrends und die hauptsächlichen Risiken denen Nutztierpopulationen heute ausgesetzt sind. Der Bericht zeigt zudem auf, welche Fortschritte seit der Interlaken Deklaration von 2007 im Bereich Sicherung der tiergenetischen Ressourcen weltweit erzielt wurden. Er endet mit einem Überblick zu den wichtigsten noch ungelösten Herausforderungen. Die tiergenetischen Ressourcen der Welt umfassen über 38 Spezies und 8'774 Rassen. Davon werden 1'458 (17%) als gefährdet eingestuft. Von 58% der Rassen gibt es keine verlässlichen Daten und somit keine Aussagen über Zustand und Trends in diesen Populationen. Von den 8'774 Rassen sind 7'718 sogenannte lokale Rassen, d.h. sie wurden jeweils nur von einem Land rapportiert, 1'056 sind grenzüberschreitende, internationale Rassen. Zwischen dem Jahr 2000 und 2014 sind 100 Rassen ausgestorben. Gemäss Weltreport trägt die unkontrollierte Kreuzungszucht, am meisten zum Verlust von lokalen Genen und somit zum Verlust von lokalen Rassen bei. Andere Einflussfaktoren sind generell die Zunahme von weltweit genutzten internationalen Rassen, unzureichende Regulierung im Nutztiersektor in den verschiedenen Ländern, der Rückgang herkömmlicher, traditioneller Produktionssysteme zu Gunsten intensiverer Produktionsformen, und der Vorbehalt gegenüber den eigenen, lokalen Rassen, die als nicht genügend leistungsfähig gelten. Weiter werden Seuchen und das Management von Krankheiten sowie ungenügende Kontrolle der Inzucht als negativ wirkende Faktoren auf die Nutztierbiodiversität genannt. Empfehlungen macht der Bericht in Bezug auf die Stärkung der institutionellen Rahmenbedingungen und der Präsenz des Themas in den politischen Agenden. Die Bedeutung der Förderung von nachhaltigen und effizienten Zuchtprogrammen wird hervorgehoben sowie der intelligente Einsatz neuer Technologien. In diesem Kontext wird ebenfalls auf die Bedeutung besonderer Phänotypen (z.B. Anpassungsfähigkeit an spezielle Umwelten) von Nutztieren, die Datenerfassung, Zugang und Nutzung hingewiesen. Überall besteht zudem Forschungsbedarf.

Agroscope übernimmt im Bereich genetische Ressourcen mit der nationalen Genreserve in Changins eine Hauptverantwortung im Bereich der Erhaltung von Schweizer Nutzpflanzen. Mit dem Nationalgestüt unterstützt Agroscope in substantieller Weise die Erhaltung der Freiburgerpferde, der letzten Pferderasse mit Ursprung in der Schweiz. Tierzüchterische Fragen wurden bisher primär von den privaten Zuchtorganisationen auf Basis ihrer wirtschaftlichen Bedürfnisse bearbeitet. Diese investierten partiell auch in Forschungsprojekte oder beteiligten sich auf EU Ebene an Forschungsprogrammen.

Eine Besonderheit ist die Zucht der Honigbiene. Durch die spezielle Biologie und Fortpflanzung sowie die eingeschränkte Anwendung der künstlichen Besamung bei der Biene unterscheiden sich Zuchtprogramme und Selektionsbemühungen bei sozialen Insekten deutlich von bestehenden Programmen im Nutztierbereich. Dem Thema Inzucht und Fitness (Immunologie) kommt eine besondere Stellung zu. Agroscope möchte seine Kompetenzen in der Zucht und Genetik, zusammen mit Partnern speziell auch zu Gunsten der Bienenzucht und der Erhaltung der lokalen Bienenrassen einsetzen.

Die drei wichtigsten Fragen, die sich national und international zur Thematik des SFF stellen, sind:

- Frage 1: Diverse konzeptionelle, methodische und informationstechnologische Herausforderungen bei der Nutzung von riesigen genomischen und phänotypischen Datenmengen.
- Frage 2: Der Zugang und die Erfassung von qualitativ hochstehenden, informativen Phänotypen für wirtschaftlich und gesellschaftlich relevante Merkmale der Nutztierzucht.
- Frage 3: Das Management, die Erhaltung und Weiterentwicklung tiergenetischer Ressourcen.

Stellung und Positionierung von Agroscope im Forschungsfeld

Mit der Annäherung und späteren Integration des Schweizer Nationalgestüts (SNG) in Agroscope wurde das Thema Tierzucht Teil des Agroscope Portfolio. Einerseits beteiligt sich Agroscope in der praktischen Pferdezucht mit seinem Hengstangebot der Freiburgerasse und unterstützt damit und mit weiterem technischem Support substantiell die Erhaltung dieser lokalen Rasse im Rahmen des Aktionsplanes der Schweiz zur Erfüllung der Konvention von Rio 1992. Andererseits engagiert sich Agroscope mit dem Team Zucht/Genetik in der Gruppe Pferdezucht und -haltung in verschiedenen aktuellen Forschungsbereichen wie z.B. Phänotypisierung, Populationsstrukturanalysen, quantitative Genetik, Genomanalyse, genomweite Assoziationsstudien, Selektionssignaturen oder der Optimierung von Zuchtprogrammen. Das Team Zucht/Genetik pflegt mit allen Akteuren der Tierzucht in der Schweiz den Austausch (z.B. diverse Zuchtorganisationen) und besitzt gut funktionierende Beziehungen auf internationaler Ebene. Agroscope unterstützt zudem die für Tierzucht zuständigen Mitarbeitenden des BLW in tierzuchtwissenschaftlichen und technischen Belangen.

Durch die technologischen Errungenschaften im Bereich Genomanalyse und Genotypisierung wurden molekularbiologische Erkenntnisse in der tier- und pflanzenzüchterischen Praxis umsetz- und anwendbar. Gleichzeitig rücken zuvor stark eigenständige Forschungsgebiete in der Tier-, Pflanzen und Humangenetik enger zusammen. Diese Verbindungen zwischen den Fachgebieten können zu effizienten, kompetenten Netzwerken führen an denen sich Agroscope beteiligt. Zusammen mit der Universität Bern, Institut für Genetik (IG) und der Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften (HAFL) gründete Agroscope ein Kompetenzzentrum für Tierzucht. Doktorierende bei Agroscope promovieren in Tierzucht an der Universität Bern und profitieren von der Kompetenz der Mitarbeitenden von IG und HAFL und ihrem Netzwerk. Mit den im Bereich Tierzucht tätigen Nutz-

tierorganisationen pflegt Agroscope den Austausch direkt oder über die Plattform SABRE-TP (Swiss Animal Breeding Technology Platform) unter dem Dach der Schweizerischen Vereinigung für Tierproduktion (SVT). Der Fokus der Tierzuchtforschung in Agroscope liegt an der Schnittstelle von Erkenntniswissen schaffen und dieses in die Nutztierpraxis zu überführen. Eine entscheidende Rolle spielt dabei eine qualitativ hochstehende Datengrundlage (Phänotypen). Agroscope hat die Möglichkeit auf verschiedenen Stationen Messungen an Tieren vorzunehmen, die im Feld zu teuer oder gar nicht realisierbar sind. Agroscope leistet mit seinen Projekten Beiträge, die in Zukunft dabei helfen sollen beispielsweise die Zucht auf Langlebigkeit, Gesundheit, sich verändernde Produktionsbedingungen, effiziente Futterumsetzung, Methanreduktion, Produkte Qualität, Verhalten, etc. zu ermöglichen.

Wissenschaftliche Ziele und Forschungsfragen

- 1. Datenerfassung, Messung und Erfassung von Phänotypen für züchterische Massnahmen in der Tierproduktion:** Wie kann die Erfassung von Merkmalen in der Tierzucht noch besser objektiviert werden, welche Hilfsmerkmale liefern mehr Aussagekraft für die Optimierung bestehender und die Entwicklung neuer Zuchtprogramme zur Befriedigung der Erwartungen zukünftiger Märkte (u.a. umweltschonende und effiziente Nutzung von Ressourcen, standortangepasste, robuste, langlebige, gesunde Tiere, Qualität tierischer Produkte).
- 2. Zuchtmethoden und technologische Entwicklungen:** Wie können molekularbiologische Daten (Omiks) und Reproduktionstechnologien möglichst effizient in Zuchtprogrammen genutzt werden?
- 3. Genetik von Gesundheitsmerkmalen:** Unfreiwillige Abgänge durch gesundheitliche Probleme führen zu hohen Verlusten in der Nutztierproduktion. Wie können Gesundheitsmerkmale objektiv an vielen Tieren gemessen werden? Welche Gene fördern Robustheit und Resilienz? Wie können Gesundheitsmerkmale in Zuchtprogrammen integriert und so ein Beitrag zu einer ressourceneffizienten und wirtschaftlichen Tierproduktion (z.B. Langlebigkeit) geleistet werden?
- 4. Genetische Diversität:** Wie kann die genetische Diversität von Nutztierpopulationen im Hinblick auf die langfristige Nutzung von tiergenetischen Ressourcen optimal erfasst, beschrieben und erhalten werden. Welchen Stellenwert hat die Cryokonservierung im Vergleich zur in situ Erhaltung von Rassen?
- 5. Genetik des Verhaltens:** Angenehmes Verhalten fördert unfallfreies Halten und Arbeiten mit Nutztieren. Es erleichtert das Herdenmanagement. Geringer Stress fördert die Produktequalität. Wie kann Verhalten objektiv erfasst werden? Wie ist die genetische Architektur von Verhaltenseigenschaften bei Nutztieren? Wie können diese Informationen nutzbringend in Zuchtprogrammen berücksichtigt werden? Welche Beziehungen bestehen zwischen Verhalten, Gesundheits- und Produktionsmerkmalen?
- 6. Immunogenetik der Bestäuber:** Wie kann die Diversität des Immunsystems von Bestäubern erhalten und gefördert werden? Wie können anpassungsfähige und auf Krankheiten und Schädlinge tolerant reagierende Bestäuber selektiert oder natürlich gefördert werden?

Praktischer Nutzen der Aktivitäten im Forschungsfeld und wichtigste Outcomes

Die Resultate aus der Tierzuchtforschung kommen einerseits Tierzuchtorganisationen zu Gute, die je nach Thema Erkenntnisse direkt zur Optimierung ihrer Zuchtprogramme nutzen können. Der einzelne Tierhalter profitiert anschliessend von den Leistungen aus den optimierten Programmen (z.B. robustere Tiere, spezielle Qualität der Erzeugnisse, Swissness, etc.). Durch die Förderung der Zucht robuster, standortangepasster Tiere, die einfach tiergerecht gehalten werden können, unterstützt das SFF 7 die Tierhaltung in der Schweiz auch im Kontext heutiger gesellschaftlicher Erwartungen wie beispielsweise dem Tierwohl, weniger GHG-Emissionen aus der Tierhaltung, geringerer Medikamenteneinsatz in der Tierhaltung, etc.. KMU aus dem Tierproduktionssektor (KB-Organisationen, Viehhandel, etc.) profitieren durch einen verbesserten Absatz von Zuchttieren, auch im Export. Die Branche kann durch Technologie und Methodenentwicklung gewinnen. Das Monitoring der tiergenetischen Ressourcen der Schweiz mittels «state of the art» Instrumentarium dient dem Erhalt der Ressourcen für tierische Produkte Schweizer Ursprungs und der Erfüllung der Verpflichtungen gemäss «Convention on Biological Diversity (CBD)». Weiter erzielt das SFF Erkenntniswissen, welches Agroscope und der Schweiz zu Anerkennung in der internationalen Forschungsgemeinde verhilft. Anerkannte disziplinäre Fachkompetenz sind letztlich eine Grundvoraussetzung dafür als kompetenter Partner in nationalen und internationalen Netzwerken mitwirken zu können.

Was ist neu im Forschungsfeld?

Neueste Untersuchungen zur reduzierten Proteinversorgung beim Schwein haben gezeigt, dass ca. 30% der Tiere mit einer Unterversorgung klar kommen und keine Leistungseinbusse zeigen. Nun soll untersucht werden, ob durch die gezielte Selektion solcher Tiere die Verwendung von Proteinträgern in der Schweineproduktion gesenkt werden könnte und wie sich die Zucht auf Proteineffizienz auf die Gesundheit, die Reproduktion und die Qualität der Schlachtkörper und des Fleisches auswirkt. Mit Hilfe der Molekulargenetik wird es möglich sein die molekularen Vorgänge in wichtigen Organen wie Leber, Muskel und Darm zu untersuchen und somit der Ursache für die verbesserte Proteineffizienz auf den Grund zu gehen. Dieses vertiefte Wissen wird zeigen, ob genetische Marker

gefunden werden können, die sich zu einem späteren Zeitpunkt von den Zuchtorganisationen in der Selektion einsetzen lassen.

Bei den Wiederkäuern wird das Augenmerk vermehrt auf Zweinutzungsrasse gelegt, welche sich für grasbetonte Fütterung im Biolandbau eignen. Dabei sollen u.a. genetische Marker für die «Grasland-Kuh» gesucht werden, welche es den Zuchtverbänden erlauben würden, gezielter auf diese Eigenschaft zu züchten. Zudem sollen indirekte Marker (Milchzusammensetzung) zur Schätzung der Methanproduktion gesucht werden, welche dann von den Verbänden in die Zuchtwertschätzung integriert werden könnten.

Im Pferdebereich liegt der Schwerpunkt in der Ermittlung der für die Persönlichkeit und das Verhalten verantwortlichen Gene. Die Erkenntnisse um diese Gene werden die Chance mit sich bringen, Verhaltensweisen eines Pferdes sehr früh einzustufen, so dass es für Züchter möglich wird, Zeit und Geld zu sparen, Anpaarungen und Selektion gezielter zu planen und die Abstimmung Mensch-Pferd-Nutzung zu optimieren. Die Erkenntnisse am Modell Pferd können wichtige Hinweise auf die für das Verhalten wichtigen Gene anderer Nutztiere (z.B. Rind) liefern. Zunehmende Genotypisierung mittels DNA-Array-Technologie und Sequenzierung in Nutztierpopulationen wird neue Möglichkeiten für das Management und die Erhaltung der genetischen Diversität eröffnen.

Bei der Biene soll dank neuer Zuchtkriterien die Resistenz gegen Varroa und Europäische Faulbrut verbessert werden. Durch internationale Zusammenarbeit sollen vielversprechende Phänotypen verwendet werden um mittels DNA-Arrays nach genetischen Markern zu suchen und diese in der Zucht einzusetzen. Diese Arbeiten sollen auch auf die einheimischen Rassen ausgeweitet werden, um ihre Attraktivität im Vergleich zu den importierten Rassen zu fördern und um die Biodiversität zu erhalten.

Positionierung des SFF im Dreieck «Markt für Primärprodukte», «Betrieb» und «Ressourcen für die Produktion»

Die Resultate aus der Tierzuchtforschung kommen einerseits Tierzuchtorganisationen zu Gute, die je nach Thema Erkenntnisse direkt zur Optimierung ihrer Zuchtprogramme nutzen können. Der einzelne Tierhalter profitiert anschliessend von den Leistungen aus den optimierten Programmen (z.B. robustere Tiere, spezielle Qualität der Erzeugnisse, Swissness, etc.). KMU aus dem Tierproduktionssektor (KB-Organisationen, Viehhandel, etc.) profitieren möglicherweise durch einen verbesserten Absatz von Zuchttieren, auch im Export. Die Branche kann durch Technologie und Methodenentwicklung gewinnen. Das Monitoring der tiergenetischen Ressourcen der Schweiz mittels «state of the art» Instrumentarium dient dem Erhalt der Ressourcen für tierische Produkte Schweizer Ursprungs und der Erfüllung der Verpflichtungen gemäss «Convention on Biological Diversity (CBD)».

Das SFF 7 leistet somit Beiträge an alle drei Eckpunkte des Dreiecks «Markt für Primärprodukte» (z.B. Viehhandel, Samenhandel, Qualität Nahrungsmittel aus tierischer Produktion), «Betrieb» (z.B. für Landwirte Standort angepasste Tiere mit optimaler Leistung), «Ressourcen für die Produktion» (z.B. Förderung, Monitoring und Erhalt der tiergenetischen Ressourcen der Schweiz, Einhaltung Klimaziele durch Reduktion von GHG). Da die Nutztierhaltung rund 50% des landwirtschaftlichen Einkommens generiert, ist die Positionierung auf Seiten «Betrieb» im genannten Dreieck gemäss A-Rat vom 30. Oktober 2016 gerechtfertigt. Aufgrund der beschriebenen Beiträge zu den anderen Pfeilern des Dreiecks, sind allerdings auch andere Positionierungen denkbar.

Inhaltliche Schnittstellen zu den weiteren Forschungsfeldern

- **SFF 1** «Multifunktionale Graslandnutzung und Viehhaltung optimieren und aufeinander abstimmen» hat ebenfalls eine effizientere Nutzung der verfügbaren Ressourcen zum Ziel. Es ist aber wesentlich umfassender und schliesst die gesamte Ressourcen- und Umwelteffizienz sowie die Resistenz und Resilienz von Grasland-Viehhaltungs-Systemen ein. Im Gegensatz dazu liegt der Fokus im vorliegenden SFF bei einem besseren Verständnis der genetischen, genomischen und metabolischen Zusammenhänge im Tier und bei der Verbesserung der Selektion zur Optimierung von Nutztierpopulationen.
- **SFF 3** «Leistungs- und marktfähige Pflanzensorten züchten und anbieten». Methodisch liegen Tier- und Pflanzenzucht heute eng beieinander. Die Tierzucht ist oft ein Vorreiter in der Entwicklung und Nutzung neuer Technologien und im Umgang mit grossen Datenmengen. Die Vermehrung von Pflanzen im Labor bietet modellmässige Möglichkeiten, die sich mit Tieren aufwändiger gestalten. Synergien und Erfahrungen sollten über die SFF hinaus gepflegt und genutzt werden, wie dies erfolgreiche Beispiel im Ausland zeigen (z.B. Programm Synbreed; Zentrum für integrative Genetik UNI Göttingen).
- **SFF 4** «Die Proteinversorgung von Mensch und Tier optimieren» nimmt sich in erster Linie der Steigerung der Produktion und Verwertung von Protein für Mensch und Tier bei minimaler Belastung der Umwelt an. In diesem Zusammenhang spielt natürlich auch die Tierzucht eine wichtige Rolle. An dieser Schnittstelle wird eine enge Zusammenarbeit und ein reger Austausch zwischen den SFF erfolgen. Im SFF 7 liegt der Fokus primär bei einem besseren Verständnis der genetischen, genomischen und metabolischen Zusammenhänge im Tier und bei der Verbesserung der Selektion zur Optimierung von Nutztierpopulationen. Im SFF 4 hingegen geht es zudem um

die praktische Umsetzung und die Untersuchung der damit verbundenen Auswirkungen auf andere Aspekte der Produktion.

- **SFF 8** «Die mikrobielle Biodiversität für die Land- und Ernährungswirtschaft nutzbar machen» teilt partiell methodische Ansätze mit dem SFF 7. Entsprechend sind analog zu SFF 3 «Leistungs- und marktfähige Pflanzensorten züchten und anbieten» partielle methodische Synergien denkbar.
- **SFF 6** «Tiergerechte Haltung und Tiergesundheit stützen und fördern» beschäftigt sich ebenfalls mit der effizientere Nutzung von Ressourcen, verbunden mit einer verbesserten Tiergesundheit und einem erhöhten Tierwohl. Dabei geht es aber nicht um tierzüchterische Aspekte zur Verbesserung von Tiergesundheit und Tierwohl, sondern um den Einfluss technischer Innovationen und die Auswirkungen von Haltungssystemen, Training/Umgang und Fütterungsmassnahmen auf das Wohlbefinden und die Gesundheit von Nutztieren.
- **SFF 17** «Die Landwirtschaft für den Klimawandel fit machen und ihren Beitrag zum Klimawandel vermindern» respektive das Ergreifen von Massnahmen gegen den Klimawandel ist eines der prioritären Politikziele. Tierzucht kann Beiträge leisten durch höhere Ressourceneffizienz und weniger Emissionen Klimaziele zu erreichen. Dies sowohl im Bereich Wiederkäuer wie auch im Bereich Monogastrier.
- **SFF 14** «Nachhaltigkeit und Ökoeffizienz der Landwirtschaft bewerten und Verbesserungsmöglichkeiten aufzeigen» – Tiere sind Teil einer nachhaltigen «Bioeconomy». Zucht kann Beiträge zur Erzeugung von angepassten Sorten und Rassen liefern. Im Bereich Umweltmonitoring und Nachhaltigkeitsbewertung sind auch die eingesetzten Sorten und Rassen und deren Einfluss und Wirkung in einem Produktionssystem zu berücksichtigen.
- **SFF 16** «Vielfalt der Arten und Lebensräume der Agrarlandschaft fördern und nutzen» sind Teile der Biodiversität zu der auch die genetische Diversität und die Diversität von Nutztierpopulationen gehören. Zwischen den SFF gibt es rund um die Thematik Biodiversitätsforschung thematische Berührungspunkte. Besonders auch im Bereich Bestäuber.

Bestehende und neu geplante Zusammenarbeiten mit anderen Forschungsinstitutionen

Mit dem erwähnten Kompetenzzentrum für Tierzucht, einer Zusammenarbeit von Agroscope mit der Universität Bern Institut für Genetik sowie der HAFL besteht eine institutionalisierte und durch viele gemeinsame Projekte (Doktoranden, MSc, BSc) und Publikationen sichtbare, gelebte Zusammenarbeit. Weiter besteht direkt oder über die Plattform SABRE-TP der Schweizer Vereinigung für Tierproduktion ein aktiver Bezug und Austausch zu den Tierzuchtorganisationen in der Schweiz (z.B. SFV, ZVCH, Qualitas AG, SUISAG, Swissgenetics, Apisuisse). Je nach Fragestellung gibt es Verbindungen zu verschiedenen Universitäten und Instituten in der Schweiz (EPFL, UNI Genf, UNI Basel, ETHZ). International bestehen laufende Zusammenarbeiten mit den Universitäten Kopenhagen, Göttingen, Hohenheim, Berlin, Wien, Sydney, Rennes und der INRA. Über Netzwerke und Konsortien ergeben sich weitere (z.B. ATF, FABRE-TP), teilweise auch losere, internationale Kontakte. Sollte die Tierzuchtprofessur an der ETHZ wieder besetzt werden, dürfte es in der Folge ebenfalls zu engeren Kontakten mit der ETHZ kommen. Generell entstehen durch Projekte sowie nationale und internationale Forschungsprogramme laufend neue Verbindungen.

Referenzen

- Ibanez-Escriche Noelia, Simianer Henner 2016. Animal breeding in the genomics era. *Animal Frontiers*. 6:4–5.
- Simianer Henner 2016. Genomic and other revolutions: why some technologies are quickly adopted and others are not. *Animal Frontiers*. 6:53–58.
- FAO. 2015. The Second Report on the State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture, edited by B.D. Scherf & D. Pilling. FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments. Rome (available at <http://www.fao.org/3/a-i4787e/index.html>).
- Joost, S., Bruford, M. W., Curik, I., Kantanen, J., Lenstra, J. A., Sölkner, J., Andersson, G., Baret, P. V., Buys, N., Roosen, J., Tixier-Boichard, M., Marsan, P. A., eds. (2016). *Advances in Farm Animal Genomic Resources*. Lausanne: Frontiers Media. doi: 10.3389/978-2-88919-735-4.
- A strategic approach to EU agricultural research and innovation. European Commission Directorate-General for Agriculture and Rural Development. Directorate H. General aspects of rural development and research.H.5. Research and innovation. 2015.
- Animal Task Force's contribution to consultation on Draft paper »A strategic approach to EU agricultural research and innovation“, European Commission DG Agri, Directorate H.5. 2015.
- Research & innovation for a sustainable livestock sector in Europe. Suggested priorities for support under Horizon 2020 to enhance innovation and sustainability in the animal production sector of Europe's food supply chains. An Animal Task Force white paper. 2013.

Research & innovation for a competitive and sustainable animal production sector in Europe. Recommended priorities for support under Horizon 2020 in the 2016/2017 work programme. 1st Addendum to the Animal Task Force White Paper. 2014.



Projekte des SFF 7:
Tiergenetik und Tierzucht für eine standortangepasste Nutztierhaltung einsetzen

Projets du CSR 7:
Génétique et sélection animales pour une détention et une production d'animaux de rente adaptées aux conditions du site

18.07.11.02.01 Zucht von Equiden in der Schweiz

18.07.17.05.04 Génétique et sélection d'un abeille résistante aux agent pathogènes



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.07.11.02.01

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Pferdezucht

Nr. Bereich.

11

Tiere und tierische Produkte

Nr. Gruppe

11.2

Pferdezucht und -haltung

Projektleitung/Stellvertretung

Ruedi von Niederhäusern / Iris Bachmann

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	11014
Beitrag zu SFF	07
Beitrag zu weitem SFF	06

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	19.1, 19.2, 19.5, 19.6, 19.8, 19.9, 19.10, 19.25, 19.26, 19.31, 19.34, 19.35, 19.36, 19.37, 19.38, 19.40, 19.44, 19.45, 23.101, 23.102, 23.110, 23.111, 23.112, 23.113
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Zucht von Equiden in der Schweiz

Zucht von Equiden

Breeding of equids in Switzerland

Breeding, genetics, Franches-Montagnes horse breed, animal genetic resources

Ausgangslage und Problemstellung

Die Freiburgerpferde (FM) stehen, als einzige Pferderasse schweizerischer Herkunft, stark im Fokus der Aktivitäten des Schweizer Nationalgestüts von Agroscope (SNG). Der Bestand an Zuchthengsten sichert die dezentrale Verteilung der Genetik in der gesamten Schweiz. Zusätzlich dienen die Hengste als Werbeträger für die Bekanntmachung der Rasse an ausgewählten Anlässen im In- und Ausland. Die in der Leistungsperiode 14-17 erarbeiteten Grundlagenpapiere "Strategie zur Erhaltung des Freiburgerpferde" (2015) sowie "Marketingstrategie FM 2025" (2017) zeigen dass die Hauptprobleme der Marke FM hauptsächlich im Bereich der Vermarktung liegen.

Mit Forschung im Bereich des Populationsmanagements leistet das SNG einen entscheidenden Beitrag zur Lösung der aktuellen sowie zukünftigen Fragestellungen zur langfristigen Erhaltung des Freiburgerpferdes. Der Freiburger eignet sich, dank der hervorragenden Datengrundlage (Herdebuch, Leistungsdaten), als Modellpopulation. Damit lassen sich Instrumente entwickeln, die generell im Bereich des Managements tiergenetischer Ressourcen von Bedeutung sind. Insbesondere im Bereich Analyse der genetischen Diversität, Populationsmanagement, Aufdeckung des genetischen Hintergrundes phänotypischer Variation und genomischer Selektion haben die Mitarbeitenden der Forschungsgruppe Pferdezucht & -haltung in den letzten Jahren geforscht und publiziert. Diese Bereiche gilt es zu vertiefen und weiterzuentwickeln.

Aufgrund fehlender Strukturen für die Verbreitung des Wissens rund um das Pferd im landwirtschaftlichen Wissenssystem Schweiz deckt das SNG dieses für die Pferdebranche wichtige Bedürfnis ab. Der Wissenstransfer mittels Publikationen für die Praxis, Beratung sowie Lehre für den Bereich der Pferdezucht ist integraler Bestandteil dieser Projektskizze.

Ziele und Forschungsfragen
Ziele im Bereich "Schaufenster FM": - Auf Basis der in der LP 14-17 erarbeiteten Grundlagenpapiere "Strategie zur Erhaltung des Freibergerpferdes" (2015) sowie "Marketingstrategie FM 2025" (2017) stufenweise Anpassung (18-21) des aktuellen Dienstleistungskatalogs des SNG für die Branche in diesem Bereich (Vitrine FM). Ziel: Steigerung Bekannt- und Beliebtheit der Marke FM (franches-montagnes) und somit deutliche Steigerung der durchschnittlichen Verkaufserlöse für 3-jährige Freibergerpferde am Markt. - Ausbau Monitoring Pferdemarkt Schweiz Ziele im Bereich Hengsthaltung FM: - Der Bestand an qualitativ hochstehenden Zuchthengsten bildet die Grundlage für eine Schweiz weite Versorgung mit genetischem Material. Das SNG deckt mit seinem Bestand an Zuchthengsten die gesamte Breite der genetischen Diversität ab. Ziele im Bereich Genetik: - Auffinden von kausativen Varianten zu den in der (Pferde-) Zucht wirtschaftlich relevanten Merkmalen und Empfehlung der Implementierung in die Zuchtprogramme. - Erhalt der genetischen Diversität beim Freibergerpferd - Verbesserung von aktuell angewendeten Methoden in der Nutztiergenetik (Imputierung von SNP-Genotypen) - Prüfen der Anwendbarkeit der bei den Pferden erarbeiteten Methoden auf/in anderen Nutztierpopulationen. Allgemeines Ziel: - Wir (SNG) sind die von der Branche anerkannten Spezialisten im Bereich Pferdezucht und bringen das Thema mittels Wissenstransfer (Beratung, Praxispublikationen und Lehre) in die Praxis. Forschungsfragen im Bereich Vitrine FM: - Aufbau Monitoring Pferdemarkt Schweiz, inkl. präziseren Datenerhebung Importe (eidg. Zollverwaltung) Forschungsfragen Genetik: - Erarbeitung neuer Methoden zur präziseren Phänotypisierung in den Bereichen Morphologie und Gängen sowie der Persönlichkeit der Pferde. - Auffinden der für Morphologie, Gänge und Persönlichkeit verantwortlichen Gene / Genregionen mittels Genom-Analysen - Entwicklung neuer Methoden für die Erfassung der genetischen Diversität in Populationen
Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 7 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF) - Verbesserung der Phänotypisierung für die züchterischen Massnahmen beim Pferd - Entwicklung neuer Zuchtmethoden - Erhaltung der genetischen Diversität in der Freibergerasse - Auffinden der Gene / Genregionen welche das Verhalten beeinflussen Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben) zu SFF Nr. 6: Phänotypisierung der Verhaltensmerkmale zu SFF Nr. 12: Projekt „Marktanalyse“, die Auswirkung der Aufhebung des Exportbeitrags für Freiberger Pferde
Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben) Die Pferdezucht und -haltung gilt per se als extensive Produktionsform, die durch Agroscope erarbeiteten Methoden im Bereich der Genetik können von der Produktionsform (konventionel, Bio, etc.) unabhängig eingesetzt werden.
Material und Methoden (grob skizziert) Marketing FM: Die mittel- bis langfristige Sicherung der Zuchtbestände der Freibergerpferde wird in Zukunft stark mit der erfolgreichen Positionierung der Marke FM im Pferdemarkt Schweiz korrelieren (Schmidlin <i>et al.</i> 2015). Das SNG unterstützt die Branchenorganisationen FM beim Aufbau von effizienten Methoden im Bereich Marketing (Ackermann <i>et al.</i> 2017). Vertiefte Kenntnisse des Marktes sind die unabdingbare Grundlage zur erfolgreichen Bewirtschaftung desselben, die heute bestehenden Lücken werden mittels Aufbau eines Monitoringsystems unter Berücksichtigung sämtlicher (noch auszubauender) Datenquellen geschlossen. Die Bewirtschaftung des in Zukunft einheitlichen Markenbildes (Kommunikation, Bildsprache, etc.) sowie der Aufbau von nationalen (Internet, Social Media) und regionalen (Anlässe) Verkaufsplattformen sind wichtige Bausteine des künftigen Erfolges der Marke FM (Ackermann <i>et al.</i> 2017).

Hengsthaltung:

Der Sicherung der genetischen Diversität in der praktischen Pferdezucht FM wird in der Zuchtarbeit des SNG höchste Priorität eingeräumt. Das SNG erwirbt zu diesem Zweck gezielt ausgewählte Zuchthengste und stellt diese den regionalen Zuchtorganisationen zu Reproduktionszwecken zur Verfügung. Die Erstellung, Lagerung und zur Verfügungstellung von Kryokonserven sind komplementär wichtige Bestandteile des Projekts. Die aktive Bewirtschaftung der Züchterschaft mittels Beratung und Praxispublikationen zum Thema helfen die Resultate aus der Forschung (Neuditschko *et al.* 2017) in die Praxis zutragen und somit die genetische Diversität auf lange Sicht zu sichern.

Genetik:

Single Nucleotide Polymorphisms (SNPs, DNA-Marker) bilden die Grundlage für aktuelle Forschungsfragen aus der Zucht und Genetik. Aktuell verfügt das SNG über einen Datensatz von mehr als 3'000 genotypisierten Pferden. Anhand dieser Datengrundlage sollen neue Erkenntnisse bzw. die genetischen Grundlagen zur Fellfarbe, Verhalten, Morphologie, Diversität und Genotypen Imputation generiert bzw. aufgedeckt werden. Die genetische Grundlage phänotypischer Merkmale wie die Fellfarbe, Verhalten und Morphologie werden mittels genom-weiten Assoziationsanalysen (GWAS) untersucht. Um eine mögliche Assoziation weiter einschränken zu können werden die signifikant assoziierte Regionen in weiterer Folge auf homozygote Bereiche untersucht. Bisherige GWAS Studien beim Freiburger haben sich vor allem auf Merkmale (Zuchtwerte) aus dem Zuchtprogramm des Schweizer Freibergerverbands beschränkt. Auf Basis dieser Datengrundlage konnten nur für einige wenige Merkmale (z.B. Stockmass) signifikante Assoziationen gefunden werden (Signer-Hasler *et al.* 2012, Frischknecht *et al.* 2016). Anhand bild-gestützter Merkmale (Druml *et al.* 2015) soll die Erfassung und damit auch die genetischen Analysen von Zuchtmerkmalen verbessert werden. Anfang dieses Jahres wurden bereits die standardisierten Fotos von 214 Freiburgerhengste aufbereitet und ausgewertet (aktuelles PhD Projekt Anik Gmel).

Basierend auf den oben aufgeführten Datensatz kann der Effekt bereits bekannter kausalen Mutationen untersucht werden. In diesem Zusammenhang konnten wir in einer aktuellen Studie (zurzeit "under review" in Animal Genetics) zeigen, dass die kausale Mutation welche mit der Fellfarbe "Splashed White" assoziiert ist auch beim Haflinger und Lipizzaner auftritt, bis jetzt ist man davon ausgegangen, dass diese Mutation ausschliesslich beim Amerikanischen Quarter Horse segregiert (Hauswirth *et al.* 2012). Mittels Selektion-Signatur Analysen (Vergleich von Genomen unterschiedlicher Pferderassen) sollen weitere rassenspezifische Genom Regionen untersucht werden.

Um den Erhalt der genetischen Diversität des Freibergers langfristig zu gewährleisten, werden genom-basierte Methoden untersucht, z.B.: Berechnung von Runs of Homozygosity (Purfield *et al.* 2012) und die Identifikation von einflussreichen Zuchttieren (Neuditschko *et al.* 2017). Auf Basis dieser Ergebnisse soll ein genom-basiertes Monitoring Tool entwickelt werden um aktuelle Trends (Inzucht, Verwandtschaft einflussreicher Zuchttiere, etc.) in der aktuellen Zuchtpopulation zu erkennen. Zusätzlich soll die Anwendbarkeit dieses Tools für weitere gefährdete tiergenetische Ressourcen in der Schweiz überprüft werden.

Die Genotyp Imputation steht aktuell im Fokus der modernen Tierzucht/Genetik (Gonen *et al.* 2017), da durch dieses Verfahren kostengünstig informative Genotypeninformation generiert werden kann und die Re-Sequenzierung von zusätzlichen Tieren noch immer mit einem hohen Kostenaufwand verbunden ist. In einer aktuellen Studie konnten wir erste wichtige Punkte für die Re-Sequenzierung von informativen Tieren ausarbeiten (Neuditschko *et al.* 2017). In einer weiteren Studie soll nun der Effekt auf die Genauigkeit der Genotypen Imputation ausgearbeitet werden.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Ackermann C., von Niederhäusern R., 2017, Concept Marketing FM 2025, Agroscope, Haras national suisse Avenches : publication à venir
- Ackermann C., von Niederhäusern R., 2017, Mon cheval de rêve : Analyse du comportement du consommateur et des éléments déclencheurs dans le processus décisionnel d'acquisition d'un équidé en Suisse, Agroscope, Haras national suisse Avenches : publication à venir
- Ackermann C., Rieder S., von Niederhäusern R., 2017. La filière équine suisse : les chiffres clefs - Bilan 2016. Agroscope, Haras national suisse Avenches : publication à venir
- Druml T., Dobretsberger M., and Brem G. The use of novel phenotyping methods for validation of equine conformation scoring results. *Animal* (2015) 9(06):1-10
- Europäisches Parlament, 2017: Verantwortliche Haltung und Pflege von Equiden. Entschliessung des Europäischen Parlaments vom 14. März 2017 zu der verantwortlichen Haltung und Pflege von Equiden (2016/2078(INI)), P8_TA-PROV(2017)0065.
- Frischknecht M., Neuditschko M., Jagannathan V., et al. Imputation of sequence level genotypes in the Franches-Montagnes horse breed. *Genetic Selection Evolution* (2014) 46:63
- Frischknecht M., Signer-Hasler H., Leeb T., et al. Genome-wide association studies based on sequence-derived genotypes reveal new QTL associated with conformation and performance traits in the Franches Montagnes Horse breed. *Animal Genetics* (2016) 47(2)

- Gonen S., Ros-Freixedes R., Battagin M., et al. A method for the allocation of sequencing resources in genotyped livestock populations. Genetic Selection evolution (2017) 49:47
- Hauswirth R., Hasse B., Blatter M., et al. Mutations in MITF and PAX3 cause "splashed white" and other white spotting phenotypes in horses. PLOS Genetics (2012) 8 e1002653
- Neuditschko M., Raadsma HW., Khatkar MS., et al. Identification of key contributors in complex population structures. PLOS ONE (2017) 12(5): e0177638
- Pellet, G. 2017: Betriebszweig Pferdezeit – was kostet es wirklich? Eine Vollkostenrechnung für das Schweizer Nationalgestüt von Agroscope. FHS St.Gallen.
- Purfield DC., Berry DP., McParland S., et al. Runs of homozygosity and population history in cattle. BMC Genetics (2012) 13:70
- Schaefer RJ., Schubert M., Bailey E., et al. Developing a 670k genotyping array to tag ~2M SNPs across 24 horse breeds. BMC Genomics (2017) 18:565
- Signer-Hasler H., Flury C., Haase B., et al. A genome-wide association study reveals loci influencing height and other conformation traits in horses. PLOS ONE (2012) 7(5): e37282

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
 (Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Im Fachgebiet der Tiergenetik und -zucht unterstützt Agroscope die langfristige Erhaltung der genetischen Diversität sowie des Bestandes an Zuchttieren der Freibergerrasse nachhaltig. Die am Modell Pferd erarbeiteten Methoden im Bereich der Populationsgenetik können für andere Spezies angewendet werden.

Das Freibergerpferd ist die einzige heute noch existierende Pferderasse der Schweiz. Mit seinen Aktivitäten leistet Agroscope einen entscheidenden Beitrag zur langfristigen Sicherung der genetischen Diversität sowie der Bestände an Zuchttieren. Mittels den oben angeführten Forschungsprojekten identifizieren wir die genetischen Ursachen für wirtschaftlich wichtige Merkmale in der Pferdezeit (Verhalten, Morphologie und Fellfarbe) und entwickeln neue Methoden für eine optimierte Anpaarungsplanung auf genom-basierten Informationen. Um die Marktrelevanz und –akzeptanz des Freibergerpferdes in der Schweiz zu stärken, unterstützen wir die Akteure der Branche mit gezielten Projekten und Aktionen in den Bereichen Markt und Vermarktung.

Genehmigung des Projektes

Datum: 25.08.2017	Visum FGL: RvN
Datum: 31.10.2017	Visum FBL / KBL: slwa
Datum: 31.10.2017	Visum V SFF: hehd



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Agroscope

Programme d'activité

N° de projet

PA 2018-2021

18.07.17.05.04

Désignation abrégée/acronyme du projet (max. 20 caractères)

Bienengenetik

N° Domaine

17

Systèmes de production Animaux et santé animale

N° Groupe

17.5

Bienen

Chef-fe de projet/suppléant-e

Benjamin Dainat / Vincent Dietemann

Durée du projet

Début du projet

Fin du projet

4 ans

2018

2021

Projet

Total des jours de travail sans fonds tiers	580
Contribution au CSR	7
Contribution à d'autres CSR	6

Enquête sur les besoins: contribution à la demande n°	7.31; 7.8; 7.9; 7.10
Le projet contient des travaux financés par des fonds tiers	☒ oui ☐ non
Le projet contient une contribution à l'agriculture biologique	☒ oui ☐ non

Titre dans la langue originale

Génétique et sélection de l'abeille

Génétique et sélection d'un abeille résistante aux agent pathogènes

Genetic and selection of a locally adapted bee and resistant to pathogens

honey bee, selection, breeding, genetic marker, resistance, varroa

Situation initiale et problématique

L'abeille est soumise à la pression de plusieurs maladie et parasites ce qui précarise sa survie. Les pertes importantes de ces dernières décennies peuvent en partie leur être attribuées. La lutte contre ces facteurs stressant est devenue un impératif pour conserver la santé de l'abeille mellifère européenne. Une alternative durable aux traitements serait de disposer d'une abeille naturellement résistante à ces menaces. Dans le cas du parasite Varroa, l'hôte originel, Apis cerana, réussi à cohabiter avec son parasite. En Europe et également en Suisse, il existe quelques colonies d'abeilles européennes capables de survivre à une infestation de Varroa. Ces cas de résistance sont importants pour mieux comprendre les mécanismes permettant à certaines colonies d'abeilles de survivre à Varroa.

Depuis quelques années déjà, certains groupements d'éleveurs de races d'abeilles ont introduit un critère de sélection dans leur programme qui tient compte de l'augmentation de l'infestation par Varroa dans les colonies au cours de la saison apicole. La mesure de ce critère est relativement aléatoire et laborieuse et la composante génétique de ce critère est peu connue.

La loque européenne est une maladie rependue dans certaines régions de Suisse et qui nécessite la destruction des colonies. Des travaux préliminaires réalisés à Agroscope dans le cadre d'une thèse, laisse supposer que la résistance à cette maladie a une composante génétique ouvrant la porte à la possibilité d'une sélection génétique.

Objectifs et questions de recherche - Disposer d'une abeille résistante à Varroa et peu sensible à la loque européenne - Développer des critères de sélection fiables et applicable dans la pratique sur le terrain (héritabilité, corrélation génétique connue) - Déterminer des marqueurs génétiques devant faciliter la sélection d'une abeille résistante à Varroa et à la loque européenne - Conseiller les organisations d'élevage actives en Suisse
Contribution concrète au CSR n° 7 (décrire en quelques phrases la contribution concrète et les nouvelles connaissances relatives au CSR, en précisant clairement le lien thématique avec les questions de recherche formulées dans le CSR) Pour faire face aux différentes menaces qui affaiblissent l'abeille, notamment des agents pathogènes et des parasites, il est important de trouver une parade sous la forme d'une abeilles tolérante ou résistante adaptée aux conditions suisses. Nous voulons utiliser de nouveaux tests phénotypiques facilement quantifiables dans le terrain et les combiner avec des données génétiques. Nos allons travailler principalement avec l'abeille indigène (<i>Apis mellifera mellifera</i>) afin de favoriser la conservation et le développement des ressources génétiques de cette abeille.
Contribution à max 3 autres CSR (décrire en quelques phrases la contribution concrète relative aux questions de recherche formulées dans le CSR) au CSR n° 6 : Amélioration de la santé de l'abeille par la sélection d'une abeille naturellement résistante aux maladies. Recours réduit à des produits vétérinaires.
Utilité principale pour l'agriculture biologique (dans le cas d'une contribution, la décrire concrètement en quelques phrases) Abandon de l'usage de produits sanitaires pour lutter contre les maladies grâce à la sélection d'une abeille naturellement résistante aux maladies
Matériel et méthodes (description sommaire) 1st hypothesis : There is a variability of Varroa infestation level in <i>A. mellifera</i>, at the colony and apiary level, which is of genetic origin For the first part of the project, 15 to 20 colonies of Swiss <i>Apis mellifera mellifera</i> tested in 2016 by the Mellifera Association will be used as experimental material. These colonies had either low or high <i>V. destructor</i> infestation levels in 2016, so a variability seems to exist at the colony level. A performance testing will be performed, with several measures, including colony development, Varroa infestation and hygienic behaviour (removal of pin-killed pupae). Combining <i>V. destructor</i> population measures and measures of hygienic behaviour will help to understand if <i>A. mellifera</i> colonies with low <i>V. destructor</i> parasitism levels use hygienic behaviour as an active resistance strategy against this parasitic mite. 2nd hypothesis : Susceptibility of brood of <i>A. mellifera</i> can be assessed in field conditions and identified as a new phenotype linked with low <i>V. destructor</i> infestation levels In the related Asian honey bee species <i>Apis cerana</i>, the ability of brood to die when infested by <i>V. destructor</i> (susceptibility to an external stress) has been identified (PAGE et al., 2016). Because infested pupae die before reproduction of <i>V. destructor</i>, it is suggested that such mechanisms of 'social apoptosis' could limit the amount of mites successfully performing reproduction, limiting the parasitic pressure. The presence or absence of similar mechanisms needs to be investigated in <i>Apis mellifera</i>, here by taking the example of the <i>A. m. mellifera</i> population. Susceptibility will be measured experimentally by applying stress factors to developing brood, and data will then be compared with the infestation levels to look for correlations. Selecting potential stress factors is currently the aim of a master thesis at Agroscope. The first studies to set the testing protocol will be performed on the experimental colonies of <i>A. m. mellifera</i>, then more colonies will be evaluated in beekeeper's apiaries, if susceptibility of brood seems to be a good predictive marker for infestation levels after the preliminary experiment. This test will ideally provide information on new putative resistance mechanisms towards Varroa destructor as well as practical colony evaluation application for the beekeeping sector. 3rd hypothesis : Colonies showing low <i>V. destructor</i> infestation can be identified by marker-associated genomic analyses with a view to breeding resistant bees The genome of colonies identified as being potentially resistant to <i>V. destructor</i> in the 2 previous steps (low infestation combined associated with low mite reproduction or brood susceptibility) will be investigated by whole genome analysis in order to look for genetic markers associated with resistance against <i>V. destructor</i>. Measures will then be done at a larger scale (N=200) in the field within the Swiss <i>A. m. mellifera</i> population, and drones from the <i>A. m. mellifera</i> colonies will be used as material for the genome analysis. For this purpose phenotypic criteria (<i>V. destructor</i> popu-

lation, brood susceptibility...) will also be measured on the colony. Because the proof of a genetic origin of resistant phenotypes is necessary to breed for resistance, the identified markers could then be used in breeding programs in the frame of future projects.

Bibliographie (toutes dernières connaissances / ne citer que quelques publications propres et étrangères scientifiques et axées sur la pratique)

- Büchler R., Berg, S. and Leconte Y. (2010) Breeding for resistance to Varroa destructor in Europe. Apidologie, 41, 393 – 408
- De la Rúa P, Jaffé R, Dall'Olio R, Munoz I, Serrano J (2009) Biodiversity, conservation and current threats to European honeybees. Apidologie, 40, 263–284.
- Le Conte, Y., Ellis, M. and Ritter, W. (2010) Varroa mites and honey bee health: can Varroa explain part of the colony losses? Apidologie 41: 353–363.
- Locke, B. Natural Varroa mite-surviving Apis mellifera honeybee populations. Apidologie (2016) 47: 467
- Page P, Lin Z, Buawangpong N, Zheng H, Hu F, Neumann P, Chantawannakul P, Dietemann V. (2016) Social apoptosis in honey bee superorganisms. Sci Rep. Jun 6; 6:27210.
- Parejo M, Wragg D, Gauthier L, Vignal A, Neumann P and Neuditschko M (2016) Using Whole-Genome Sequence Information to Foster Conservation Efforts for the European Dark Honey Bee, Apis mellifera mellifera. Front. Ecol. Evol. 4:140.
- Rosenkranz P, Aumeier P, Ziegelmann B. (2010) Biology and control of Varroa destructor. J Invertebr Pathol

**Teaser et résumé succinct du projet pour la communication/Internet
(Teaser: max. 400 caractères; résumé succinct: max. 800 caractères, espaces inclus)**

L'abeille est soumise à l'action de nombreux parasite et agents pathogènes qui altèrent sa santé et ses chances de survie. La recherche d'abeilles naturellement résistantes à ces menaces parmi les abeilles indigènes bien adaptées aux conditions locales serait la façon la plus durable de résoudre ces problèmes sanitaires. Des critères de sélection pertinents doivent être développés et testés.

L'abeille mellifère est périodiquement soumise à d'anciennes maladies mais également à de nouveaux parasites provenant d'autres régions du monde. La lutte entreprise par les apiculteurs est lourde à mettre en place et malgré cela des pertes de colonies parfois importantes et récurrentes sont enregistrées. Est-il possible par un travail de sélection de trouver une abeille qui pourrait d'elle-même faire face à ces menaces? Cette résistance est-elle transmissible d'une génération à une autre et a-t-elle des conséquences négatives sur d'autres caractéristiques souhaitées? Sur quel critère peut-on sélectionner simplement une résistance? Dans ce projet, nous cherchons à répondre à ces questions en partant sur une population d'abeilles indigènes (Apis mellifera mellifera) adaptées aux conditions de la Suisse.

Approbation du projet

Date:	4.09.2017	Visa R GR:	crjd
Date:	31.10.2017	Visa R DR / R DC:	hehd
Date:	31.10.2017	Visa R CSR:	hehd



SFF 8

Die mikrobielle Biodiversität für die Land- und Ernährungswirtschaft nutzbar machen

AutorInnen	Elisabeth Eugster, Jürg Frey, Franco Widmer
Begleitende WissenschaftlerInnen	Stefan Irmeler, Christian Ahrens
Verantwortliche/r BereichsleiterIn	Corinne Jud
Research Peer	Franco Widmer

Zusammenfassung

Die mikrobielle Biodiversität hat eine fundamentale Bedeutung für die Funktion von Ökosystemen. Wichtige Parameter in der Land- und Ernährungswirtschaft können durch mikrobielle Gemeinschaften (Mikrobiome) signifikant positiv beeinflusst werden. Betroffen sind zum Beispiel Pflanzen-, Tier- und Menschengesundheit, natürliche Schädlingskontrolle, Zersetzung von organischem Material, Nährstoffkreisläufe sowie die Veredelung landwirtschaftlicher Erzeugnisse durch Fermentation.

Die Charakterisierung von Mikrobiomen, die Identifikation von Schlüsselarten und das Verständnis ihrer Funktionen und Interaktionen bilden die Grundlage für die Entwicklung von Strategien für die gezielte Nutzung und Kontrolle der mikrobiellen Biodiversität in der Land- und Ernährungswirtschaft. Mittels gezielter Beeinflussung der Mikrobiome (microbiome engineering) sollen die vielfältigen positiven Effekte des Einsatzes von Mikroorganismen in der Land- und Ernährungswirtschaft nutzbar gemacht werden. Damit können Erträge erhöht und gleichzeitig Dünger- und Pestizideinsatz reduziert werden, wodurch Böden und Umwelt geschont und die Nachhaltigkeit gestärkt werden. Bei Lebensmitteln können durch die Kontrolle des Mikrobioms die Fermentationsprozesse oder Haltbarmachung von Lebensmitteln beeinflusst und damit die Qualität, Sicherheit und Wettbewerbsfähigkeit von landwirtschaftlichen Erzeugnissen verbessert werden.

Ausgangslage und Hintergrund

Mikroorganismen, wie Bakterien, Pilze und Archaeen, kommen in praktisch allen Ökosystemen vor. Ihre Gemeinschaften zeichnen sich durch eine extrem hohe Diversität aus, da sie sich aus tausenden von Arten zusammensetzen. Nur von wenigen Arten ist deren Funktion bekannt und die meisten sind noch nicht beschrieben. Es ist jedoch bekannt, dass Mikroorganismen wichtige Ökosystemfunktionen ausführen, indem sie für Stoffumbau und -abbau, Nährstoffzyklen, Pflanzenwachstum, Krankheiten, und auch für die Biotechnologie und Fermentation von äusserster Wichtigkeit sind. Das Potenzial der Mikroorganismen für den Einsatz in der Land- und Ernährungswirtschaft ist noch kaum ausgeschöpft und es gilt dieses für die gezielte Nutzung zu erschliessen.

- **Genetische Charakterisierung von Mikrobiomen:** Die Diversität und die spezifischen Funktionen wichtiger Schlüsselgruppen in den unterschiedlichen Systemen der Land- und Ernährungswirtschaft sind weitgehend unbekannt und müssen intensiver erforscht werden. Die gezielte Beeinflussung von mikrobiellen Gemeinschaften in der Land- und Ernährungswirtschaft führt zur Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit, der Pflanzengesundheit sowie der Lebensmittelsicherheit und -qualität. Mit Hilfe neuester molekularbiologischer Technologien kombiniert mit bioinformatischer Analysen werden heutzutage genetische Profile ganzer mikrobieller Gemeinschaften erstellt und deren Interaktion mit ihrer Mitwelt untersucht.
- **Identifikation repräsentativer Indikatorarten:** Ökosysteme können oft anhand weniger Indikatorarten beschrieben werden. Die Identifikation von mikrobiellen Arten, die für bestimmte Ökosystemzustände und -funktionen charakteristisch sind, ist ein wichtiges Werkzeug für die langfristige Überwachung des Zustandes des beobachteten Ökosystems. Die Dynamik solcher Indikatorarten kann wichtige Hinweise auf die Ursachen von Umweltveränderungen (z.B. Klima, Bearbeitung, Verarbeitungstechnologie) und auf die Resistenz und Resilienz des beobachteten Ökosystems gegenüber biotischen und abiotischen Stressfaktoren geben. Verschiebungen in biotischen und abiotischen Faktoren können einzelne Arten viel stärker betreffen als andere, weshalb die Identifikation und Beobachtung geeigneter Indikatorarten von grosser Bedeutung ist.
- **Effiziente Methoden** zur Isolierung und Charakterisierung von MO sind eine Voraussetzung für Projekte, bei welchen funktionelle Aspekte oder auch diagnostische Ziele im Vordergrund stehen. Die Entwicklung solcher Methoden und darauf basierender funktioneller Assays ist daher eine wichtige Aufgabe.
- **Nutzung der funktionellen Interaktionen in der nachhaltigen Produktion:** Mikrobielle Prozesse ermöglichen oder unterstützen die Nachhaltigkeit, da durch sie der Einsatz chemischer Produktionsmittel reduziert werden

kann. Dies ist im Pflanzenschutz, in der Pflanzenernährung, in der Lebensmittelherstellung (z.B. Schutzkulturen) und in der Tierhaltung möglich. Dafür sollen die Grundlagen geschaffen werden.

- **Sicherheit entlang der Wertschöpfungskette:** Gesellschaft und Politik fordern neue Strategien für die Herstellung von sicheren, wettbewerbsfähigen, nachhaltig produzierten, landwirtschaftlichen Erzeugnissen. Die Mikrobiologie hat hier ein grosses, bisher nicht ausgeschöpftes Potenzial, das z.B. zu neuen Pflanzenschutzstrategien oder neuen Kulturen für fermentierte Lebensmittel führen kann. Die Sicherheit und Qualität (Ernährung, Genuss, Nachhaltigkeit...) von Produkten kann verbessert werden, wenn optimale und gut charakterisierte mikrobielle Prozesse verwendet werden.

Nationales und internationales Forschungsumfeld

Aufgrund des rasanten Fortschritts im Bereich der Entschlüsselung von genetischen Informationen (DNS-Sequenzierungstechnologien, engl. Next Generation Sequencing, NGS) hat sich das Forschungsfeld der mikrobiellen Biodiversität in den letzten Jahren sprunghaft entwickelt. Komplette Genome von Bakterien und deren Expression (Transkriptome) sowie genomische Profile der Mikrobiome von ganzen Ökosystemen können heute kostengünstig sequenziert werden. NGS kombiniert mit bioinformatischer Auswertung ist heute State-of-the-Art, um Mikroorganismen und ihre Interaktionen zu studieren. Die aktuelle Forschung umfasst die Vielfalt, die Funktionen und die Nutzung von Mikroorganismen wie Bakterien und Pilzen von der Medizin bis hin zur Land- und Ernährungswirtschaft.

Die wichtigsten Fokuspunkte bei der Erforschung der mikrobiellen Biodiversität umfassen:

1. Die Beschreibung der Zusammensetzung von Mikrobiomen, d.h. der Gesamtheit aller Mikroorganismen, die in einem Ökosystem vorkommen, sowie deren Veränderung im Verlauf der Zeit oder aufgrund verschiedener biotischer und abiotischer Faktoren.
2. Die Entwicklung geeigneter Strategien zur Isolierung und funktioneller Assays zur Charakterisierung einzelner Mikroorganismen oder Gemeinschaften weniger Mikroorganismen (Konsortien), die positive Eigenschaften aufweisen, wie z.B. Schutz gegen pathogene Bakterien auf der Käseoberfläche oder Schutz einer Kulturpflanze vor Krankheiten oder Schädlingsbefall.
3. Grundlagenforschung über die Interaktion zwischen Mikroorganismen und über die Beziehungen zwischen Pflanzen und Mikroorganismen, wie z.B. über Signalmoleküle, welche die Bildung bestimmter Mikrobiome beeinflussen.
4. Etablierung synthetischer mikrobieller Gemeinschaften, die gewünschte Funktionen der wesentlich komplexeren, natürlich vorkommenden Gemeinschaften beibehalten, und so gezielt eingesetzt werden können, um die Resistenz und Resilienz der Systeme zu stärken und weitere positive Effekte zu erzielen, wie z.B. Nährstoffmobilisierung, Bodenfruchtbarkeit, Ertragsteigerung (z.B. durch Stärkung der Pathogenabwehr), und Förderung der Lebensmittelsicherheit und -qualität.
5. Die Identifikation wichtiger Indikatorarten, die eine Aussage über die Qualität eines Bodens, das Potenzial des Schutzes vor Pathogenbefall oder die Authentizität eines fermentierten Lebensmittels (z.B. eines Käses) erlauben.
6. Die Erforschung der gezielten Beeinflussbarkeit von Mikrobiomen oder der Inokulation von Mikroorganismen mit gezielt abgestimmten Eigenschaften, um einen positiven Einfluss auf das Bodenmikrobiom, Pflanzenmikrobiom und das Mikrobiom von Lebensmitteln auszuüben. Dieser, unter dem Begriff «engineered microbiomes» bekannte Ansatz wird beispielsweise in der Biotechnologie (Käseherstellung) und in der Medizin (Besiedelung des Intestinaltraktes) bereits angewendet.

«Microbial Biodiversity and Human Health» ist weltweit ein zentrales Thema und die Forschung am Mikrobiom des menschlichen Darms hat eine Vielzahl weitreichender, grundlegender Einblicke in seine Bedeutung für die menschliche Gesundheit hervorgebracht. Bakterielle Lebensgemeinschaften wurden im Darm, im Mund- und Rachenraum, in den Atemwegen, im urogenitalen Trakt und auf der Haut identifiziert und charakterisiert. Es ist heute klar, dass diese mikrobiellen Lebensgemeinschaften (Mikrobiome) beim Menschen fundamentale Rollen in der Ernährung, der Regulation des Immunsystems und beim Schutz vor Pathogenen spielen. Es gibt zudem klare Hinweise, dass bei Krankheiten ein Verlust von genetischer Vielfalt innerhalb dieser mikrobiellen Lebensgemeinschaften stattfindet und dass sich das Mikrobiom verändert, mit allem, was der Mensch zu sich nimmt.

Im Gegensatz zum menschlichen Mikrobiom steht man bei der Erforschung und gezielten Nutzung der mikrobiellen Biodiversität im Bereich der Land- und Ernährungswirtschaft noch am Anfang. Nichtsdestotrotz konnten verschiedene Forschungsgruppen auch hier schon eindrucksvolle Beispiele für die vielfältigen positiven Effekte des Einsatzes von Mikroorganismen, sowohl in der Landwirtschaft (z.B. Verbesserung von Ertrag, Wasser-, Nährstoff- und Mineralienversorgung von Kulturpflanzen, Schutz vor Pathogenbefall, biologische Schädlingsbekämpfung), als auch in der Ernährungswirtschaft (z.B. Biotechnologie, Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit durch polyfermentierte Lebensmittel, Erhöhung der Lebensmittelsicherheit durch Schutzkulturen) aufzeigen. Es besteht ein grundlegender Konsens darüber, dass die gezielte Nutzung der mikrobiellen Biodiversität riesiges Potential hat und sowohl durch verstärkte Grundlagen- als auch angewandte Forschung vorangetrieben werden sollte. So kommt der 2012 verfasste Bericht der Amerikanischen Gesellschaft für Mikrobiologie mit dem Titel »Wie Mikroben

dabei helfen können die Welt zu ernähren“ zu dem Schluss, dass es die Mikrobiomforschung ermöglichen wird, die Produktivität jeder Kulturpflanze, in jeder Umgebung, in einer ökonomisch sinnvollen und ökologisch verantwortungsvollen Art und Weise signifikant zu steigern. Dies kommt einem Paradigmenwechsel gleich, der vor einigen Jahren noch undenkbar gewesen wäre.

Zur Zeit sind Forschergruppen an Universitäten und in der Industrie daran, mit Hilfe der genomischen Beschreibung ganzer Gemeinschaften (Metagenomik) ein Inventar der Mitspieler verschiedener Ökosysteme (z.B. im Darm, im Boden, der Blattoberfläche oder auch in fermentierten Lebensmitteln) zu beschreiben und zu analysieren, wie sich diese Zusammensetzung unter verschiedenen Bedingungen und Einflüssen verändert. Danach gilt es herauszufinden, welches die wichtigsten Mikroorganismen für eine bestimmte Funktion in einem jeweiligen Ökosystem sind, und welche von ihnen einen positiven Einfluss auf wichtige Parameter wie Wachstum, Schutz vor Pathogenbefall, Stabilität einer Fermentationskultur etc. haben können. Einer der wichtigsten limitierenden Faktoren, um von den komplexen Gemeinschaften hin zu einem detaillierten Verständnis der Funktion einzelner Mikroorganismen zu gelangen, ist die Etablierung geeigneter Tests (Assays) für die schnelle Charakterisierung der Funktionen von Mikrobiomen. Ebenfalls limitierend ist die Tatsache, dass nur ein kleiner Teil der Mikroorganismen kultivierbar ist, was die anschliessende Isolation einzelner für die Funktion zentraler, mikrobieller Stämme oder Konsortien aus komplexen Ökosystem (wie z.B. den mehr als 10'000 Arten im Boden) erschwert. Dies macht den Weg hin zu Produkten, mit welchen die gewünschten positiven Einflüsse von Mikroorganismen breit genutzt werden können, noch zu einer Herausforderung.

Das massive Interesse an der angewandten Nutzung von Mikroorganismen lässt sich sehr gut am Beispiel der jüngst eingegangenen Kooperation des Agrochemiekonzerns Monsanto mit der Firma Novozymes veranschaulichen: In einer mehrjährigen, gross angelegten Studie werden die Samen wichtiger Kulturpflanzen (Soja, Mais) mit verschiedenen Mischungen von Bodenmikroorganismen überzogen (sogenannte Inokulation) und dann in zehntausenden kleiner Parzellen mit sehr diversen Bodenparametern ausgebracht. Ziel ist es, die wichtigsten Mikroorganismen zu identifizieren, die unter verschiedenen Bedingungen einen positiven Einfluss auf das Wachstum der Pflanzen haben oder die Pflanze sogar vor Krankheitsbefall schützen können (sogenannte Antagonisten). Ein erster Pilz, der in diesem Projekt identifiziert wurde, soll bereits 2017 als Inokulant vermarktet werden. Andere Global Players wie Syngenta, Bayer oder BASF investieren ebenfalls in die Erforschung von Mikroorganismen. Der Markt für Mikroorganismen, die in der Land- und Ernährungswirtschaft genutzt werden können, ist attraktiv und hat allgemein ein positives Image. Zudem hat er das Potenzial, einen signifikanten Anteil des sehr grossen Marktes für Dünger und Pestizide gewinnen zu können. Eine Erhöhung des Ertrags bei gleichzeitiger Reduktion des Dünger- und Pestizideinsatzes und somit Schonung der Umwelt bei verbesserter Ökobilanz (Nachhaltigkeit) kann oft für den Produzent den entscheidenden Unterschied ausmachen. Ebenso wird ein weiteres dringendes Problem, die Resistenzbildung gegenüber Pestiziden, umgangen.

Die wichtigsten Fragen, die sich national und international zur Thematik des SFF stellen, sind:

- Frage 1: Wie kann eine effiziente Entwicklung der dringend benötigten Tests («Assays») gewährleistet werden, die es erlauben, einerseits zielgerichtet und schnell die wichtigsten Mikroorganismen mit den gewünschten positiven Eigenschaften aus den hochkomplexen Mikrobiomen zu isolieren, zu sequenzieren und deren Funktionsweise zu beschreiben, damit diese zeitnah in der angewandten Praxis gewinnbringend eingesetzt werden können, und andererseits Indikatorarten für die wichtigsten Systeme zu identifizieren, anhand welcher man den Systemzustand zeitnahe überwachen kann?
- Frage 2: Kann durch Einsatz von Mikrobiomforschung, Bioinformatik und geeigneten Assays für die wichtigsten Schweizer Mikrobiome in der Land- und Ernährungswirtschaft ein sogenanntes «microbiome engineering» entwickelt werden, welches das riesige Potential der Mikrobiome besser ausschöpfen lässt?
- Frage 3: Wie kann das Mikrobiom landwirtschaftlicher Erzeugnisse genutzt werden, um wettbewerbsfähige, sichere, nachhaltige Lebensmittel herzustellen, die einen positiven Einfluss auf das menschliche Mikrobiom und die Gesundheit des Menschen ausüben?

Stellung und Positionierung von Agroscope im Forschungsfeld

Angewandte Forschung entlang der gesamten Wertschöpfungskette

Mit seiner jahrzehntelangen Erfahrung in der angewandten Forschung ist Agroscope ideal positioniert, um das Potential der Mikrobiome für einige der wichtigsten Ökosysteme (Boden, Pflanze, fermentierte Lebensmittel) nutzbar zu machen. Gerade in Bereich der Etablierung von Tests (Assays), um solche positiv wirkenden Mikroorganismen oder mikrobielle Konsortien zu identifizieren und funktionell zu charakterisieren, kann Agroscope beitragen, mittelfristig angepasste lokale «Schweizer Mikrobiome» zu etablieren und somit für die Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft einen erheblichen Mehrwert zu schaffen.

Beispiele:

- Isolation von antagonistischen Mikroorganismen, die Kartoffelpflanzen vor dem Befall durch Phytophthora infestans schützen können.

- Einsatz robuster Vielstammkulturen, die sich in der Schweizerischen Käsereiwirtschaft seit Jahrzehnten bewähren (Lebensmittelsicherheit, Aromavielfalt, Phagenbefall, Ernährung) und ebenfalls zur Wettbewerbsfähigkeit gegenüber ausländischen Konkurrenzprodukten beitragen.
- Einsatz von Indikatorsystemen zur Erfassung der Bodenqualität sowie von optimierten Mikrobiomen zur Steigerung der Bodenfruchtbarkeit und der Resistenz und Resilienz der Nutzpflanzen gegenüber biotischem und abiotischem Stress.

Einzigartiges Referenzmessnetz (NABO)

Agroscope beherbergt die Nationale Bodenbeobachtung (NABO) mit einem Referenzmessnetz, in welchem über 100 Standorte in der Schweiz regelmässig untersucht werden. Zudem verfügt Agroscope über eine Vielzahl an Versuchsflächen in denen der Boden unterschiedlichen landwirtschaftlichen Massnahmen ausgesetzt ist. Die Gesamtheit dieser Standorte ergibt ein einzigartiges System, um die Interaktion von landwirtschaftlicher Tätigkeit und der mikrobiologischen Bodenqualität zu untersuchen. Die grundsätzliche Frage, welche bearbeitet wird ist, wie man nützliche mikrobielle Populationen und deren Funktionen im Boden erhalten und schädliche reduzieren kann.

Einzigartige Sammlung von Pflanzengenotypen

Agroscope verfügt über eine Vielzahl an Pflanzengenotypen, welche an unterschiedlichen Standorten untersucht werden. Dies bietet ein einzigartiges System, um die Interaktion von Pflanzen und Mikroorganismen unter unterschiedlichen Umwelteinflüssen zu untersuchen. Die grundsätzliche Frage ist, inwiefern die Interaktion von Pflanzen und Mikroorganismen beeinflussbar ist und für die Verbesserung der Pflanzenproduktivität und/oder Krankheitsresistenz genutzt werden kann.

Weltweit einzigartige Stammsammlungen

Agroscope verfügt im Liebefeld, Wädenswil und Reckenholz über Stammsammlungen mit mehr als 10'000 Isolaten von Mikroorganismen, die in den letzten hundert Jahren in der Schweiz gesammelt und konserviert wurden. Diese ursprüngliche Biodiversität bildet eine weltweit einzigartige Grundlage für die Erforschung neuer Bakterienmischungen und deren Eigenschaften/Funktionen bei der Veredelung, Haltbarmachung und Fermentation landwirtschaftlicher Erzeugnisse oder für den Einsatz von Mikroorganismen in der biologischen Schädlingskontrolle.

Angewandte Genomik und Bioinformatik

Agroscope baut diesen für die Erforschung der Nutzung der Mikrobiome essentiellen Bereich zunächst anhand des Agroscope Forschungsprogramms «Mikrobielle Biodiversität» auf. In dem Agroscope-weiten Netzwerk von Experten werden wichtige Kernkompetenzen wie die Metagenomik, sowie die Genomik, Transkriptomik und integrierte Datenanalyse von Mikroorganismen auf- und ausgebaut. Es bestehen wichtige Beziehungen zum Schweizer Institut für Bioinformatik.

Wissenschaftliche Ziele und Forschungsfragen

- **Mikrobielle Biodiversität des Bodens:** Welchen Einfluss haben unterschiedliche Anbausysteme und Techniken auf die Zusammensetzung der Mikrobiome im Agrarökosystem? Gibt es einzelne Arten oder Artengruppen, die sich als zuverlässige Indikatoren für die Bodenfruchtbarkeit eignen? Kann man die Nachhaltigkeit und Selbstregulation des Bodens mittels gezielter Beeinflussung der Mikrobiome (boden- und pflanzenassoziiert) und einer Verbesserung derer Ökosystemfunktionen fördern?
- **Gezielte Förderung nützlicher Eigenschaften der Mikrobiome:** Was sind die Voraussetzungen dafür, dass nützliche Mikroorganismen gefördert bzw. eingesetzt werden können, die z.B. Pathogene, Krankheiten und Schädlinge unterdrücken (Conservation biocontrol, gezielte Freilassungen, etc.) oder die Gesundheit von Menschen, Pflanzen und Tieren positiv beeinflussen? Lassen sich Ertragssteigerungen und Reduktion des Pflanzenschutzmitteleinsatzes erreichen?
- **Neue Beziehungen und Funktionen:** Welche bisher nicht genutzten Organismeninteraktionen in den Ökosystemen der Land- und Ernährungswirtschaft können gezielt zur Steigerung der Nachhaltigkeit, Sicherheit und Wettbewerbsfähigkeit entlang der gesamten Wertschöpfungskette genutzt werden (Pathogene, Destruenten, Antagonisten, (Schutz)-Kulturen, ...)?
- **Charakterisierung und Erhalt der Biodiversität der Agroscope-Stammsammlungen:** In Liebefeld, Wädenswil und Reckenholz bestehen mikrobielle Stammsammlungen. Die Genome der Stammsammlungen müssen charakterisiert werden (mit NGS), damit ihr immenses Potenzial überhaupt erkennbar wird und sie für die Land- und Ernährungswirtschaft gezielt eingesetzt werden können. Welche Biodiversität weisen sie auf und wie Schweiz-typisch sind diese? Welche Potenziale eröffnen sich aus der Kenntnis ihrer Eigenschaften zur Verbesserung der Produktqualität, der Lebensmittelsicherheit und der Gesundheit?
- **Charakterisierung ausgewählter fermentierter Lebensmittel als gesamte Ökosysteme:** Welche Arten bzw. Artengruppen können gezielt für die Steigerung der Qualität, Sicherheit und Wettbewerbsfähigkeit der landwirtschaftlichen Erzeugnisse (z.B. Rohmilchkäse) eingesetzt werden? Wie kann die Ernährungsqualität (Bioverfügbarkeit, Stoffwechsel) von Lebensmitteln durch Fermentation erhöht werden?

Praktischer Nutzen der Aktivitäten im Forschungsfeld und wichtigste Outcomes

Das strategische Forschungsfeld «funktionellen Biodiversität mikrobieller Systeme» wird aufbauend auf den Ergebnissen aus dem Agroscope Forschungsprogramm «Mikrobielle Biodiversität» (AFP 14/17) die Mikrobiome ausgewählter Ökosysteme erforschen, die beteiligten Akteure erkennen, ihre Funktion verstehen und sie gezielt nutzen und schützen. Als konkreter praktischer Nutzen können folgende Beispiele angegeben werden:

- Die Bodenqualität kann durch die Analyse der Bodenmikrobiologie zuverlässiger bestimmt werden. Die Nationale Bodenbeobachtung verwendet deshalb diese Methodik in ihrem Referenzmessnetz.
- Nützliche (z.B. Biocontrolpilze) und schädliche (z.B. Pflanzenpathogene) Mikroorganismen können schnell im Boden nachgewiesen werden, was gezielt in der Anbauplanung eingesetzt werden kann. Es werden Strategien entwickelt, um durch Habitatmanagement oder Inokulation die mikrobiologische Bodenqualität zu verbessern.
- Pflanzenassoziierte Mikroorganismen sind bekannt und es werden Strategien entwickelt, wie diese Assoziationen im Feld gezielt zugunsten einer Stärkung der Pflanzenabwehr gegen Pathogene beeinflusst werden können.
- «Paketlösung» von Forschung, Beratung und Kulturenproduktion. Die enge Verknüpfung mit der Schweizer Milchverarbeitenden Branche hat dazu geführt, dass gleichzeitig mit der Erforschung des Mikrobioms fermentierter Lebensmittel, der Entwicklung und Produktion von bakteriellen Kulturen eine sehr kompetente Beratung aufgebaut wurde. Diese «Paketlösung», in der F&E, Beratung und Produktion kombiniert sind, gehört zur Basis der Wettbewerbsfähigkeit von Schweizer Käse und trägt massgeblich zur Differenzierung gegenüber ausländischen Konkurrenzprodukten bei. 2015 wurden weltweit 68'459 Tonnen Schweizer Käse (+0,3% im Vergleich zum Vorjahr, trotz Frankenstärke) exportiert. Die Nutzung und Kontrolle des Mikrobioms und somit die Unterstützung der Sicherheit und Qualität von Käse führen schnell zu Erträgen in Millionenhöhe.
- Entwicklung von Methoden für den Vollzug (z.B. spezifische, sensitive und schnelle Detektion von Verderbnisregenern und pathogenen Bakterien in Lebensmitteln).
- Aufbau und Erhalt von Fachkompetenzen rund um das Thema «Microbial Biodiversity in Agriculture and Nutrition» für die Politikberatung.

Was ist neu im Forschungsfeld?

Das strategische Forschungsfeld basiert stark auf den wissenschaftlichen Grundlagen, die im Rahmen des Agroscope Forschungsprogrammes Mikrobielle Biodiversität (AFP MikBioDiv) in der Periode 2014–17 aufgebaut wurden bzw. werden, und der im Rahmen des langfristigen Aufbaus des Agroscope Netzwerks Genomik & Bioinformatik (ANET-GB) etablierten Bioinformatik. Wichtige Kernkompetenzen wie die Metagenomik, sowie die Genomik, Transkriptomik, Proteomik, Metabolomik und die integrierte Datenanalyse von Mikroorganismen werden weiter auf- und ausgebaut. Dazu wird das durch das AFP MikBioDiv erarbeitete nationale und internationale Expertenetzwerk weiter aus- und aufgebaut. Damit verbunden ist auch die Investition in Geräte zur schnellen Sequenzierung sowie Datenablage und -analyse.

Positionierung des SFF im Dreieck «Markt für Primärprodukte», «Betrieb» und «Ressourcen für die Produktion»

Die Tätigkeiten liegen zu einem grossen Teil (60%) bei den Ressourcen und beantworten wichtige Fragen aus den Bereichen Ressourcenschutz, Umweltschutz und Umweltleistungen. Daneben gibt es aber auch einen starken Bezug zum Markt für Primärprodukte (40%), weil das SFF einen wichtigen Beitrag zu nachhaltig produzierten, sicheren, wettbewerbsfähigen, landwirtschaftlichen Erzeugnissen leistet.

Inhaltliche Schnittstellen zu den weiteren Forschungsfeldern

- **SFF 15** «Den Boden schützen und standortgerecht nutzen»: Wenn der Boden als Ressource betrachtet wird, spielt seine Habitatfunktion (eine Ökosystemdienstleistung) eine zentrale Rolle. In diesem Bereich wird es zwischen den drei SFF 15, 16 und 8 eine deutliche Interaktion geben.
- **SFF 16** «Vielfalt der Arten und Lebensräume der Agrarlandschaft fördern und nutzen»: Die Vielfalt der Böden in der Schweiz und die Assoziation von mikrobiellen Arten mit bestimmten Bodentypen und Bodennutzungstypen ist eine Gemeinsamkeit der drei SFF 15, 16 und 8. Dies wird zu deutlichen positiven Interaktionen in diesem Bereich führen.
- **SFF 14** «Nachhaltigkeit und Ökoeffizienz der Landwirtschaft bewerten und Verbesserungsmöglichkeiten aufzeigen»: Ein Monitoring von nützlichen und schädlichen Mikroorganismen in der Agrarumwelt könnte als Qualitätskriterium entwickelt und genutzt werden. Dies könnte zu interessanten Verbindungen zwischen den SFF 14 und 8 führen.
- **SFF 1** «Multifunktionale Graslandnutzung und Viehhaltung optimieren und aufeinander abstimmen»: Pathogene und nützliche Mikroorganismen können die Produktivität im Grasland beeinflussen und die Beschreibung der Interaktionen von Mikroorganismen und Graslandpflanzen ist eine bereits laufende Aktivität bei Agroscope. Diese wird als Interaktion der SFF 1 und 8 sicherlich Bestand haben.

- **SFF 2** «Ressourceneffiziente Anbaumethoden und -systeme für den Ackerbau und die Spezialkulturen entwickeln»: Agroscope verfügt bei der Untersuchung von mikrobiellen Bodengemeinschaften in Anbausystemversuchen über langjährige Erfahrungen. Mit den neuen NGS-Methoden öffnen sich ein grosses Potenzial und interessante Interaktionen.
- **SFF 5** «Nachhaltigen, risikoarmen Pflanzenschutz entwickeln»: Das grosse Potenzial des gezielten Einsatzes von Mikrobiomen deckt sich mit bestehenden Kernthematika von Agroscope, wie der Ertragssteigerung im Rahmen der ökologischen Intensivierung und des Klimawandels, bei gleichzeitiger Reduktion von Pflanzenschutzmittel-Einsatz zur Schonung der natürlichen Ressourcen.
- **SFF 6** «Tiergerechte Haltung und Tiergesundheit stützen und fördern»: Die Tierhaltung und Tiergesundheit kann durch den gezielten Einsatz des Wissens rund um die mikrobielle Biodiversität nachhaltiger gestaltet werden.
- **SFF 4** «Die Proteinversorgung von Mensch und Tier optimieren»: Reduktion der negativen Umweltwirkungen durch die Produktion tierischer Proteine (Boden, Pflanzen) mittels mikrobieller Biodiversität, nachhaltiger Produktion pflanzlicher Proteine und Erhöhung der Protein-Verfügbarkeit bei der Ernährung von Mensch und Tier.
- **SFF 9** «Für sichere Lebensmittel mikrobielle Risiken und Antibiotikaresistenz senken»: pathogene Mikroorganismen werden als Bestandteile mikrobieller Systeme bei der Erforschung mikrobieller Biodiversität in ausgewählten Systemen der Land- und Ernährungswirtschaft ebenfalls erfasst. Biofilme stellen an und für sich ein mikrobielles System dar. Starterkulturen, die für die Herstellung fermentierter Lebensmittel eingesetzt werden, können Träger oder Vektoren für Antibiotika Resistenzgene sein. Im Bereich der Genomik und Bioinformatik müssen Synergien und Know-how genutzt werden.
- **SFF 10** «Qualität und Produktinnovation von Lebensmitteln fördern»: Mikroorganismen haben eine grosse und vielfach noch unterschätzte Bedeutung für die Qualität, Differenzierung, Innovation und Minimierung von Food-Loss bei sehr vielen gewerblich hergestellten Lebensmitteln. Durch die Zusammenarbeit mit dem SFF 10 ergeben sich viele Möglichkeiten, um die Wettbewerbsfähigkeit mit neuen oder verbesserten Produkten zu steigern.

Bestehende und neu geplante Zusammenarbeiten mit anderen Forschungsinstitutionen

Das strategische Forschungsfeld besitzt eine Vielzahl von seit Jahren bewährten Zusammenarbeiten und Partnerschaften im Bereich der mikrobiellen Biodiversität, der Untersuchung der Interaktionen von Pflanzen und MO, der Genomik und Bioinformatik, sowie der Systembiologie. Diese sollen weiter gepflegt und ausgebaut werden.

- Institut für Genetik, Vetsuisse Fakultät, Universität Bern
- Departement Biologie, Bioinformatik, Universität Bern
- Functional Genomics Center Zurich (Zugang zu Funktioneller Genomik inklusive NGS und Proteomik)
- Schweizer Institut für Bioinformatik (SIB) mit dem Netzwerk von 60 Gruppenleitern
- Universität Zürich (Institut für Pflanzen- und Mikrobiologie)
- ETH Zürich (Institut für Mikrobiologie; Institut für Molekulare Systembiologie; Institut für Pflanzenwissenschaften; Institut für Lebensmittelwissenschaften, Ernährung und Gesundheit)
- CHUV Lausanne, Service d'Endocrinologie, Diabétologie et Métabolisme, Faculté de biologie et médecine
- Schweizerisches Tropen- und Public Health Institut (Swiss TPH) der Universität Basel
- INRA Rennes, France, STLO Science et technologie du lait et de l'œuf
- Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (Rhizosphärenprozesse)



Projekte des SFF 8:
**Die mikrobielle Biodiversität für die Land- und Ernährungs-
wirtschaft nutzbar machen**

Projets du CSR 8:
***Exploitation du potentiel de la biodiversité microbienne pour
l'agriculture et le secteur agroalimentaire***

18.08.13.10.01	Molekulare mikrobielle Ökologie in landwirtschaftlichen Systemen
18.08.13.11.02	Bioinformatikmethoden für eine gezielte Nutzung von Mikrobiomen
18.08.18.03.01	Nutzung der genetischen und metabolischen Vielfalt für fermentierte Lebensmittel



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.08.13.10.01

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

MolMikOek

Nr. Bereich.

13

Methodenentwicklung und Analytik (MEA)

Nr. Gruppe

13.1

Molekulare Ökologie

Projektleitung/Stellvertretung

Jürg Enkerli / Franco Widmer

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	1720
Beitrag zu SFF	8
Beitrag zu weitem SFF	1, 5, 15, 16

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	5.42; 12.40; 18.117; 23.89; 28.7; 28.10; 28.16; 28.22
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Molekulare mikrobielle Ökologie in landwirtschaftlichen Systemen

Molekulare mikrobielle Ökologie

Molecular microbial ecology

Microbial diversity, microbial community structure, genetic markers, genetic profiling

Ausgangslage und Problemstellung

Viele der zentralen Funktionen in Ökosystemen, zum Beispiel landwirtschaftliche Systeme, werden durch Mikroorganismen gewährleistet. Mikroorganismen sind als Primärzersetzer für den Abbau und die Mineralisierung von organischem Material im Boden verantwortlich und sie sind wichtig als Pathogene von Tieren und Pflanzen, als Pflanzensymbionten und am Transport und der Zirkulation von Wasser, Nähr- und Mineralstoffen beteiligt und sie haben einen erheblichen Einfluss auf die Bodenstruktur.

Die Stabilität von landwirtschaftlichen Systemen ist weitgehend abhängig von intakten mikrobiellen Gemeinschaften und der Diversität der vorhandenen mikrobiellen Umsetzungsprozesse und Funktionen. Sie stellen zum Beispiel wichtige Bestandteile der Bodenqualität dar (Verordnung über die Belastung des Bodens, VBBo).

Neue molekularbiologische Methoden bieten die Möglichkeit, Mikroorganismen auf der Ebene der Erbsubstanz (DNS) und der exprimierten Gene (RNS) zu beschreiben, zu identifizieren und zu quantifizieren. Zudem erlauben sie die Komplexität mikrobieller Gemeinschaften und deren Aktivitäten in verschiedenen Habitaten zu untersuchen und Veränderungen nachzuweisen. Die Datenmengen, welche mit diesen Methoden anfallen sind riesig und erfordern intensive Auswertungen mit den modernsten Bioinformatik- und Biostatistikansätzen. Die Entwicklung dieser Methoden und Ansätze sind zentrale Aspekte, um die funktionelle Diversität von Mikroorganismen in landwirtschaftlichen Systemen zu verstehen und deren positive und negative Beeinflussung durch landwirtschaftliche Praktiken und Massnahmen zu untersuchen. Solche Untersuchungen bilden die Grundlage dafür, spezifische Funktionen von Mikroorganismen in landwirtschaftlichen Systemen gezielt nutzen, fördern, oder kontrollieren zu können, z. B. in der biologische Schädlingsbekämpfung, für die Umsetzung von Habitat Management Strategien oder für die Entwicklung von Indikatoren der Bodenqualität. Also Forschungsgruppe im KB MEA ist es eine zentrale Aufgabe der Molekularen Ökologie die Methodik und Ansätze für solche Fragestellungen zu entwickeln.

Die Infrastruktur eines Molekularbiologielabors ist in der Anschaffung und in der Betreuung aufwändig. Deshalb hat die Forschungsgruppe Molekulare Ökologie den Auftrag erhalten, andere Forschungsgruppen bei molekularbiologischen Arbeiten zu unterstützen. Dies wurde so umgesetzt, dass am Standort Reckenholz ein molekularbiologisches Userlab aufgebaut wurde, welches andern anderen Forschungsgruppen für molekularbiologische Arbeiten zur Verfügung steht. Sie werden in die Nutzung und den Umgang mit dem Labor und den Geräten eingeführt und können diese dann in Zusammenarbeit, betreut oder selbständig nutzen.

Ziele und Forschungsfragen

1. Entwickeln von molekularbiologischen Methoden für die Detektion, Quantifizierung und Beschreibung von Mikroorganismen und deren Populationen. Diese Methoden bilden Grundlagen, die in verschiedenen Forschungsgruppen von Agroscope für die Untersuchung spezifischer Fragen genutzt werden können.
2. Aufbau der nötigen Kompetenz in Bioinformatik und Biostatistik, um eine maximale Nutzung der entwickelten molekularbiologischen Methodik zu ermöglichen.
3. Anwendung der entwickelten Methodik, um Effekte landwirtschaftlicher Massnahmen auf die Umweltmikrobiologie zu erfassen. Dies erfolgt im Rahmen von Agroscope-internen und drittfinanzierten Forschungsprojekten sowie in Zusammenarbeiten mit externen Partnern.
4. Erforschen der Interaktionen zwischen Mikroorganismen und Wirtsorganismen, damit positive Eigenschaften von Mikroorganismen gezielt in landwirtschaftlichen Systemen genutzt oder negative Eigenschaften bekämpft werden können.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 8 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Die Erforschung und Nutzung der funktionellen mikrobiellen Biodiversität ist das zentrale Thema des SFF8. Im Projekt „Molekulare mikrobielle Ökologie in landwirtschaftlichen Systemen“ geht es um die Weiterentwicklung von Forschungsaktivitäten, welche schon in Vorgängerprojekten und im AFP „Mikrobielle Biodiversität“ bearbeitet wurden. Es ist das Ziel der Projekte und Aktivitäten der Forschungsgruppe „Molekulare Ökologie“, das Know-How aus der Entwicklung in die Anwendung, d.h. zu den Forschungsgruppen und den Systemen zu tragen. Zeichen für den Erfolg dieser Strategie zur gezielten Umsetzung sind die Zusammenarbeiten mit anderen SFFs zu den Themen Boden (NABO), Pflanzenschutz (entomopathogene Pilze) und Graslandsysteme (EU-Projekt BioInvent).

Die Methodenentwicklung wird für diese Phase vermehrt die mikrobiellen Funktionen fokussiert. Dabei werden in verschiedenen Umweltsystemen (z.B. Boden) mikrobielle Populationen basierend auf spezifischen funktionellen Genen beschrieben und untersucht. Auf der anderen Seite werden Genomanalysen benutzt um Virulenz Faktoren des hoch spezifischen, für die Maikäferkontrolle angewendeten Pilzes *Beauveria brongniartii* oder des breiter anwendbaren Pilzes *Metarhizium* spp. zu beschreiben und deren Verbreitung und Aktivität in verschiedenen Habitaten in der Umwelt.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 15 Boden (DNA Extraktion 19 NABO Bio Standorte, 5 AT)

zu SFF Nr. 5: Nachhaltiger Pflanzenschutz (Monitoring von Biokontrollorganismen, Qualitätskontrolle, Nicht-Zieleffekte)

zu SFF Nr. 1: Graslandsysteme (EU Projekt Bioinvent)

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Biologische Schädlingsbekämpfung, Bodenqualität

Material und Methoden (grob skizziert)

Kultivieren von Bakterien und Pilzen
DNA Extraktion (Bakterien, Pilzen, Insekten, Pflanzen, Boden) und Quantifizierung der DANN-Mengen
PCR
DNA Fragmentklonierung
Fragmentanalyse (Gelelektrophorese, Kapillarelektrophorese)
Sequenzierung (Sanger und NGS)
Datenverarbeitung und Statistik (Bioinformatik)

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Nesme J., Achouak W., Agathos S., Bailey M., Baldrian P., Brunel D., Frostegard A., Heulin T., Jansson J. K., Jurkevitch E., Kowalchuk G. A., Kruus K. L., Lagares A., Lapin-Scott H. M., Le Paslier D., Mandic-Mulec I., Murrell C., Myrold D. D., Nalin R., Nannipieri P., Neufeld J. D., O'Gara F., Parnell J. J., Pühler A., Pylro V., Ramos J. L., Roesch L., Schleper C., Schloter M., Sczyrba A., Sessitsch A., Sjöling S., Sørensen J., Sørensen S. J., Tebbe C.

- C., Topp E., Tsiamis G., Van Elsas J. D., Van Keulen G., Wagner M., Widmer F., Zhang T., Zhang X., Zhao L., Zhu Y.-G., Vogel T. M., Simonet P. (2016) Back to the Future of Soil Metagenomics. *Frontiers in Microbiology*, 10 February 2016 | <http://dx.doi.org/10.3389/fmicb.2016.00073>
- Frey B., Rime T., Phillips M., Stierli B., Hajdas I., Widmer F., Martin Hartmann M. (2016). Microbial diversity in European alpine permafrost and active layers. *FEMS Microbiology Ecology* 92:fiw018
- Moll J., Okupnik A., Gogos A, Knauer K., Bucheli T. D., Van der Heijden M. G. A., Widmer F. (2016). Effects of Titanium Dioxide nanoparticles on red clover and its rhizobial symbiont. *PLoS ONE* 11(5):e0155111, DOI:10.1371/journal.pone.0155111
 - Castro T, Mayerhofer J, Enkerli J, Eilenberg J, Meyling N, de Andrade Moral R, Garcia Borges Demétrio C, Delalibera Jr I. (2016) Persistence of Brazilian isolates of the entomopathogenic fungi *Metarhizium anisopliae* and *M. robertsii* in strawberry crop soil after soil drench application. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 233:361-369, DOI.org/10.1016/j.agee.2016.09.031
 - Jaber L, Enkerli J (2016) Effect of seed treatment duration on growth and colonization of *Vicia faba* by endophytic *Beauveria bassiana* and *Metarhizium brunneum*. *Biological Control* 103: 187-195, DOI.org/10.1016/j.biocontrol.2016.09.008
 - Rauch H, Steinwender BM, Mayerhofer J, Sigsgaard L, Eilenberg J, Enkerli J, Zelger R, Strasser H (2017). Field efficacy of *Heterorhabditis bacteriophora* (Nematoda: Heterorhabditidae), *Metarhizium brunneum* (Hymenoptera: Clavicipitaceae), and chemical insecticide combinations for *Diabrotica virgifera virgifera* larval management. *Biological Control* 107: 1–10, <http://dx.doi.org/10.1016/j.biocontrol.2017.01.007>
 - Hersemann L, Wibberg D, Blom J, Goesmann A, Widmer F, Vorhölter FJ, Kölliker R (2016) Comparative genomics of host adaptive traits in *Xanthomonas translucens* pv. *graminis*; *BMC Genomics*; in press

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Mikroorganismen spielen eine fundamentale funktionelle Rolle in vielen Ökosystemen einschliesslich der landwirtschaftlichen Systeme. Eine intakte mikrobielle Gemeinschaft und die Diversität der mikrobiellen Umsetzungsprozesse und Funktionen sind wichtig für die Stabilität von landwirtschaftlichen Systemen. Molekularbiologische Methoden bieten die Möglichkeit, Mikroorganismen auf der genetischen Ebene zu beschreiben und zu quantifizieren und sie erlauben die Komplexität mikrobieller Gemeinschaften

Im Rahmen dieses Tätigkeitsfeldes werden neuen Methoden zur Detektion und Beschreibung von Mikroorganismen und deren Populationen entwickelt und angewendet. Diese Methoden sind zentral, um die funktionelle Diversität von Mikroorganismen in landwirtschaftlichen Systemen zu verstehen und deren positive und negative Beeinflussung durch landwirtschaftliche Praktiken und Massnahmen zu untersuchen. Erkenntnisse, welche mit diesen Ansätzen gewonnen werden können massgeblich zum Schutz und der schonenden Nutzung natürlicher Ressourcen genutzt und eingesetzt werden. Sie liefern Wissen bezüglich der Interaktionen zwischen Mikroorganismen und Wirtsorganismen, damit positive Eigenschaften von Mikroorganismen gezielt in landwirtschaftlichen Systemen genutzt oder negative Eigenschaften bekämpft werden können, stellen Entscheidungsgrundlagen zur Verfügung.

Genehmigung des Projektes

Datum: 31.08.2017	Visum FGL: wifr
Datum: 31.10.2017	Visum FBL / KBL: jucr
Datum: 31.10.2017	Visum V SFF: jucr



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.08.13.11.02

Kurzbegriff/Projektakronym (max. 20 Zeichen)

MikBioDiv_ANET-GB

Nr. Bereich.

13

Methodenentwicklung und Analytik

Nr. Gruppe

13.11

Molekulare Diagnostik, Genomik und Bioinformatik

Projektleitung/Stellvertretung

Christian H. Ahrens / Jürg E. Frey

Projektdauer

4 Jahre

Projektstart

2018

Projektende

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	750
Beitrag zu SFF	8
Beitrag zu weitem SFF	5, 15, 9

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	9.26, 12.38, 12.41, 12.45, 18.16, 18.119, 23.11, 23.35, 23.89, 28.1, 28.78, 28.79, 28.90
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Entwicklung integrierter bioinformatischer Analysemethoden für eine umfassende Beschreibung von Mikrobiomen und die gezielte praktische Nutzung einzelner Arten

Bioinformatikmethoden für eine gezielte Nutzung von Mikrobiomen

Development of integrated bioinformatics analysis methods for a thorough description of microbiomes and the targeted practical use of individual species

bioinformatics, development of novel data analysis & integration approaches for metagenomics, genomics and transcriptomics, comparative genomics, functional assays, biocontrol, indicator species, soil quality, smart farming, plant pathogen control, mechanism of action, synthetic communities, microbiome engineering

Ausgangslage und Problemstellung

Die mikrobielle Biodiversität hat eine fundamentale Bedeutung für die Funktion von Ökosystemen. Mikrobiome (MB), d.h. die Gesamtheit der Mikroorganismen (Bakterien, Hefen, Pilze, Archaeen, Viren), können zB Pflanzen- und Tiergesundheit unterstützen, natürliche Schädlingskontrolle verbessern, Zersetzung von organischem Material und Nährstoffkreisläufe beschleunigen, sowie die Veredelung landwirtschaftlicher Erzeugnisse durch Fermentation ermöglichen.

Im Gegensatz zum menschlichen Mikrobiom steht man bei der Erforschung und gezielten Nutzung der MB im Bereich der Land- und Ernährungswirtschaft noch am Anfang. Erste Beispiele der positiven Effekte des Einsatzes von Mikroorganismen (MO) konnten jedoch auch hier aufgezeigt werden. Dies beinhaltet Ergebnisse des AFP MikBioDiv (Arbeitsprogramm 2014-17), wo man das Mikrobiom des Bodens im DOK-Versuch beschreiben konnte (Hartmann et al., ISME J 2015). Ebenso gelang es anhand von funktionellen Assays aus der Vielzahl von Organismen auf der Oberfläche von Kartoffelpflanzen einzelne Stämme zu isolieren, die eine Schutzfunktion gegen den Oomyceten *Phytophthora infestans* ausüben (deVrieze et al., Front. Microbiology 2015). Zur umfassenden Beschreibung, zur Aufklärung von Wirkmechanismen und zur späteren gezielten Nutzung von Mikrobiomen oder einzelner MO im Sinne

eines Smart Farming Ansatzes (Schlaeppi & Bulgarelli, Mol Plant Microbe Interact., 2015) ist die Kernkompetenz im Bereich der bioinformatischen Datenanalyse und -integration zwingend notwendig.

Ziele und Forschungsfragen

Ein grundlegendes Ziel dieses Projekts ist die Sicherung der bisher im AFP MikBioDiv geleisteten Aufbauarbeiten des ANET-GB (Arbeitspaket4) sowie deren weiterer Ausbau mit Fokus auf die Analyse und Integration von Genom-, Metagenom- und Transkriptomdaten. Diese Kompetenz ist unerlässlich um eine Beschreibung und nachfolgende praktische Nutzung von Mikrobiomen/ einzelner MO im Rahmen von Smart Farming zu ermöglichen.

In teils enger Zusammenarbeit mit anderen Gruppen werden folgende Forschungsfragen verfolgt:

- 1) Methodenentwicklung für die Analyse moderat komplexer Metagenome anhand von „whole genome sequencing“ Daten (mögliche Partner: S. Irmeler, K. Schläppi, F. Widmer, A. Bühlmann; externe Partner).
Dieser Ansatz wurde während des AFP MikBioDiv initiiert (Dez. 2015) und soll weiterverfolgt werden. Es ist das Ziel moderat komplexe MO Mischungen bis hinunter zur Stammebene zu entschlüsseln, und zwar in einer sicheren in house Umgebung (keine Datenherausgabe an externe Webseiten). Eine Erweiterung auf komplexere Metagenome wird explorieren inwieweit eine potentiell bessere Auflösung als die von Amplicon-Seq-basierte Methoden erreicht werden kann. Somit könnten Mikrobiome genauer beschrieben und einzelne, praktisch nutzbare MO schneller identifiziert werden.
- 2) Weiterführung von de novo Genomassemblierung und -annotierung von relevanten MO (mögliche Partner: F. Freimoser, K. Schläppi, J. Frey, C. Pelludat, F. Widmer, J. Hummerjohann, D. Drissner; externe Partner).
Ausgewählte MO wie zB Quarantäneorganismen, Stämme mit Biocontrol Potential, potentielle Indikatorspezies, Stämme mit interessantem Antibiotikaresistenzprofil, oder Stämme die gewünschte Eigenschaften bei der Fermentierung von Lebensmitteln aufzeigen werden im Rahmen von Kollaborationsprojekten sequenziert, annotiert, genauer beschrieben und publiziert. Untersuchungen zu Wirkmechanismen (siehe Punkt 4) können somit auf der bestmöglichen Basis durchgeführt werden. Die Methoden werden in Richtung komplexere Organismen erweitert. Synergien mit DM Projekten (SNF Proteogenomik zur verbesserten Genomannotierung) werden gezielt genutzt.
- 3) Aufbau von Kompetenzen im Bereich vergleichende Genomik (mögliche Partner: L. Weisskopf, K. Schläppi, F. Freimoser; weitere interne und externe Partner).
Aufbau von Kompetenzen um anhand von Genomsequenzen einer Vielzahl von Stämmen der gleichen Art Rückschlüsse auf spezifische Funktionen einzelner Stämme machen zu können, die somit zB eine zielgerichtete Auswahl der bestgeeignetsten MO für praktische Anwendungen (Biocontrol; Synergieeffekte synthetische communities) ermöglichen können.
- 4) Aufbau einer Pipeline zur Analyse von Transkriptomdaten (mögliche Partner: F. Freimoser, K. Schläppi, L. Weisskopf, ext. Partner).
Aufbau einer Pipeline zur differentiellen Genexpressionsanalyse und zur Aufklärung bzw. dem Verständnis von Wirkmechanismen von potentiellen Biocontrolstämmen (F. Freimoser, K. Schläppi; weitere interne und externe Partner). Gemäss dem Credo des Team G&B „vom Genom zur Funktion“ ist diese Kompetenz essentiell um von der Genomsequenz einer Art zur Identifikation von Genen oder Pathways zu gelangen, die für eine bestimmte Funktion (zB antagonistische Wirkung versus keine) relevant sind. Solche Wirkmechanismen können dann gezielt an anderen potentiell ebenfalls nützlichen MO sehr schnell untersucht werden, um die bestgeeignetsten MO zu identifizieren.
- 5) Methodenentwicklung im Bereich bioinformatische Datenanalyse und -integration. (mögliche Partner: interne Gruppen & ausgewählte Gruppen vom Schweizer Institut für Bioinformatik, SIB)
Das Genomik & Bioinformatik Kernteam verfolgt den Ansatz frei verfügbare open source Softwarelösungen zu nutzen (Vorteil: keine Kosten), und einige davon in Form von „Pipelines“ die eine wichtige Kernkompetenz abdecken (zB Genomassemblierung; Transkriptomanalyse) zusammenzuführen und im Rahmen von Forschungskollaborationen zur Verfügung zu stellen. Ein wichtiges Element ist es die Pipelines auf dem neuesten Stand zu halten und neue, bessere Algorithmen einzubauen. Ebenso werden im Rahmen der kollaborativen Pilotprojekte Daten integriert und versucht für jedes Projekt einen signifikanten Mehrwert für den Forschungspartner zu erzielen.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 8 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Sicherung und weiterer Ausbau der wichtigen Kernkompetenzen im Bereich Datenanalyse und -integration. Entwicklung von Methoden die eine sichere Analyse der Daten in house ermöglichen. Weiterführung der breiten Kollaboration mit Partnern mit dem Ziel hochrelevante MO zu sequenzieren, Wirkmechanismen zu verstehen und Interaktionen zwischen den wichtigsten Mitspielern von MB zu verstehen.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)
zu SFF Nr. 5: Sequenzierung, und -annotierung von MO die Kulturpflanzen vor Pathogenen schützen, Analysemethoden zur Aufklärung der Wirkmechanismen. Beitrag zu nachhaltigem, integrierten Pflanzenschutzkonzept mit natürlich vorkommenden MO (Nützlingen); Erhöhung des Ertrags durch Minimierung des „yield gap“ via Einsatz von Mikrobiomen.
zu SFF Nr. 15: Identifizierung von Indikatorspezies zur Beurteilung von Bodenqualität, Untersuchung der Funktion wichtiger MO in der Rhizosphäre; Exploration der Funktion von synthetic communities, Identifizierung minimaler aber funktioneller Mikrobiome.
zu SFF Nr. 9: Sequenzierung antibiotikaresistenter Stämme. Weiterführung Kollaborationsprojekte im Bereich Antibiotikaresistenzforschung mit internen und externen Partnern: Identifizierung dringend benötigter neuer Antibiotika mit neuen Wirkmechanismen; Untersuchung der Mechanismen der Biofilmbildung.
Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)
Das Verständnis von Wirkmechanismen wird es ermöglichen funktionell relevante MO aus komplexen Mikrobiomen zu identifizieren und zu charakterisieren. Die so identifizierten Arten können auch im Biolandbau zur Entwicklung neuer Pflanzenschutzprodukte genutzt werden.
Material und Methoden (grob skizziert)
Genomsequenzierung (Illumina MiSeq, PacBio, Oxford Nanopore) Assemblierung (open source Algorithmen), Annotierung (NCBI, in house, Synergie mit SNF Projekt Proteogenomik). Aufbau (benötigt unbedingt OB Stellen!) von Kernkompetenzen in den Bereichen: - Metagenomik (v.a. basierend auf kompletter Genomsequenzierung) - Transkriptomdatenanalyse (hier v.a. statistische Auswertung differenzielle Genexpressionsanalyse) - vergleichende Genomanalyse (comparative Genomics) - Identifizierung funktionell relevanter Gene, Proteine, Pathways (Mechanism of action) - Aufbau Pipeline zur Analyse von Proteomikdaten - Nutzung der Synergie mit SNF Antrag von C. Ahrens auf Proteogenomik für Genomannotationen. - Exploration Metabolomikdaten - Entwicklung neuartiger bioinformatischer Datenanalyse und -integrationsansätze im Bereich Functional Genomics, z. B. für Transposonmutagenesedaten
Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)
• De Vrieze M, Pandey P, Bucheli TD, Varadarajan AR, Ahrens CH, Weisskopf L, Bailly A. Volatile Organic Compounds from Native Potato-associated <i>Pseudomonas</i> as Potential Anti-oomycete Agents. <i>Front Microbiol.</i> 2015, 6:1295. • Urfer M, Bogdanovic J, Lo Monte F, Moehle K, Zerbe K, Omasits U, Ahrens CH, Pessi G, Eberl L, Robinson JA. A Peptidomimetic Antibiotic Targets Outer Membrane Proteins and Disrupts Selectively the Outer Membrane in <i>Escherichia coli</i>. <i>J Biol Chem.</i> 2016, 291(4):1921-32. • Remus-Emsermann MN, Schmid M, Gekenidis MT, Pelludat C, Frey JE, Ahrens CH, Drissner D. Complete genome sequence of <i>Pseudomonas citronellolis</i> P3B5, a candidate for microbial phyllo-remediation of hydrocarbon-contaminated sites. <i>Stand Genomic Sci.</i> 2016, 11:75. • Čuklina J, Hahn J, Imakaev M, Omasits U, Förstner KU, Ljubimov N, Goebel M, Pessi G, Fischer HM, Ahrens CH, Gelfand MS, Evguenieva-Hackenberg E. Genome-wide transcription start site mapping of <i>Bradyrhizobium japonicum</i> grown free-living or in symbiosis - a rich resource to identify new transcripts, proteins and to study gene regulation. <i>BMC Genomics.</i> 2016, 17:302. • Turnbull L, Toyofuku M, Hynen AL, Kurosawa M, Pessi G, Petty NK, Osvath SR, Cárcamo-Oyarce G, Gloag ES, Shimon R, Omasits U, Ito S, Yap X, Monahan LG, Cavaliere R, Ahrens CH, Charles IG, Nomura N, Eberl L, Whitchurch CB. Explosive cell lysis as a mechanism for the biogenesis of bacterial membrane vesicles and biofilms. <i>Nat Commun.</i> 2016, 7:11220. • Lardi M, Murset V, Fischer HM, Mesa S, Ahrens CH, Zamboni N, Pessi G. Metabolomic Profiling of <i>Bradyrhizobium diazoefficiens</i>-Induced Root Nodules Reveals Both Host Plant-Specific and Developmental Signatures. <i>Int J Mol Sci.</i> 2016, 17(6): E815. • Hilber-Bodmer M, Schmid M, Ahrens CH, Freimoser FM. Competition assays and physiological experiments of soil and phyllosphere yeasts identify <i>Candida subhashii</i> as a novel antagonist of filamentous fungi. <i>BMC Microbiol.</i> 2017, 17(1):4.

- Marti R, Schmid M, Kulli S, Schneeberger K, Naskova J, Knøchel S, Ahrens CH, Hummerjohann J. Biofilm Formation Potential of Heat-Resistant Escherichia coli Dairy Isolates and the Complete Genome of Multidrug-Resistant, Heat-Resistant Strain FAM21845. Appl Environ Microbiol. **2017**,83(15): e00628-17.
- Omasits U, Varadarajan AR, Schmid M, Goetze S, Melidis D, Bourqui M, Nikolayeva O, Quebatte M, Patrignani A, Dehio C, Frey JE, Robinson MD, Wollscheid B, Ahrens CH. An integrative strategy to identify the entire protein coding potential of prokaryotic genomes by proteogenomics. Genome Research, in press, **2017**.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Die bioinformatische Datenanalyse und -integration von Metagenom-, Genom- und Expressionsdaten ist eine essentielle Voraussetzung um komplexe Mikrobiome umfassend zu beschreiben, sowie einzelne, funktionell relevante Mikroorganismen praktisch zu nutzen, wie z.B. als Schutz vor Schädlingen (Biocontrol), als Indikatorspezies für die Qualität eines Bodens oder eines fermentierten Lebensmittels.

Die mikrobielle Biodiversität hat eine fundamentale Bedeutung für die Funktion von Ökosystemen. Mikrobiome (MB), d.h. die Gesamtheit der Mikroorganismen (Bakterien, Pilze, Archaeen, Viren), können z. B. Pflanzen- und Tiergesundheit unterstützen, natürliche Schädlingskontrolle verbessern, Nährstoffkreisläufe beschleunigen, sowie die Veredelung landwirtschaftlicher Erzeugnisse durch Fermentation ermöglichen.

Zur umfassenden Beschreibung, zur Aufklärung von Wirkmechanismen und zur späteren gezielten Nutzung von Mikrobiomen oder einzelner MO im Sinne einer integrierten Produktion sind Kompetenzen der bioinformatischen Datenanalyse und -integration zwingend notwendig. Dies umfasst die Prozessierung, Analyse und Integration von Metagenom-, Genom-, Expressions- und weiteren Functional Genomicsdaten.

Genehmigung des Projektes

Datum: 31.08.2017	Visum FGL: frju
Datum: 31.10.2017	Visum FBL / KBL: jucr
Datum: 31.10.2017	Visum V SFF: jucr



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.08.18.03.01

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

MikBiodivFood

Nr. Bereich.

18

Mikrobielle Systeme von Lebensmitteln

Nr. Gruppe

18.3

Kulturen, Biodiversität und Terroir

Projektleitung/Stellvertretung

Hans-Peter Bachmann / Stefan Irmeler

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	3360
Beitrag zu SFF	8
Beitrag zu weiteren SFF	10, 9, 4

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	SFF08: 17.10, 17.30, 17.35 / SFF10: 17.9, 17.16, 17.40 / SFF 09: 8.7, 23.143
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Nutzung der genetischen und metabolischen Vielfalt von Mikroorganismen für fermentierte Lebensmittel

Nutzung der genetischen und metabolischen Vielfalt für fermentierte Lebensmittel

Use of genetic and metabolic diversity for fermented food

Microbial diversity, genetic diversity, metabolic diversity, fermented food

Ausgangslage und Problemstellung

Schätzungsweise ein Drittel aller Lebensmittel werden fermentiert. Die Mikrobiom-Forschung am Menschen zeigt deutlich auf, wie wichtig ein vielfältiges Darm-Mikrobiom für die physische und psychische Gesundheit ist. Die mikrobielle Biodiversität in fermentierten Lebensmitteln kann wesentlich zur Vielfalt im Darm-Mikrobiom beitragen.

Agroscope verfügt in Liebefeld über eine Stammsammlung mit mehr als 10'000 Isolat von Mikroorganismen die hauptsächlich aus Schweizer Milchprodukten (Milch, Fettsirte, Käse, etc.) isoliert wurden. Da diese Mikroorganismen zu einem wesentlichen Teil zu einer Zeit isoliert wurden, als noch von Hand gemolken wurde und keine Antibiotika für die Bekämpfung von Euterentzündungen zur Verfügung standen, ist die Vielfalt in der Stammsammlung sehr hoch. Diese ursprüngliche Biodiversität bildet eine weltweit einzigartige Grundlage für die Erforschung und Entwicklung neuer mikrobieller Kulturen für fermentierte Lebensmittel. Fermentation bewirkt, dass Inhaltsstoffe abgebaut und neu synthetisiert werden. Dadurch werden Lebensmittel haltbarer (sicherer), genussvoller (Aromastoffe), leichter verdaulich und erhalten gesundheitsfördernde Eigenschaften (Vitamine, essentielle Aminosäuren, ungesättigte Fettsäuren etc.). Zudem können toxische Verbindungen (wie z.B. biogene Amine) abgebaut und antimikrobielle Substanzen gebildet werden.

Die Sequenzierung des Erbguts der Mikroorganismen liefert wertvolle Informationen, die für die Entwicklung von Kulturen verwendet werden können. Im Rahmen des Agroscope Forschungsprogramms „Mikrobielle Biodiversität“ sowie verschiedener Drittmittelprojekte wurden wichtige Kernkompetenzen in Genom-Sequenzierung sowie der nachgeschalteten Datenanalyse auf- und ausgebaut. Von mehr als 600 Stämmen wurden die Sequenzen bestimmt und in einer Datenbank namens "Dialact" gespeichert.

Die Genomanalysen werden zurzeit hauptsächlich in Kollaboration mit der Universität Bern ausgeführt. Eine engere Zusammenarbeit mit der Gruppe "Molekulare Diagnostik, Genomik und Bioinformatik" ist etabliert, aber mangels personeller Ressourcen begrenzt.

Durch die Kombination von sequenz-basierten (in silico) mit physiologischen (in vitro) Methoden können evidenz-basierte Kulturenmischungen entwickelt werden, die sich vielfältig für eine bessere Qualität und erhöhte Sicherheit in fermentierten Lebensmitteln, wie z.B. für Schweizer Käse, einsetzen lassen. Diese Vielfalt phänotypischer Ausprägungen mit genomischen Unterschieden in Zusammenhang zu bringen erfordert ein vertieftes Verständnis. Daher soll der Fokus in den nächsten Jahren verstärkt auf die Entwicklung von neuen Methoden zur Unterscheidung von Stämmen (phäno- und genotypisch) und zur Beschreibung von Interaktionen innerhalb eines Mikrobioms einer komplexen Kultur sowie zwischen Bakterien und Bakteriophagen gelegt werden.

Unter anderem sollen dazu auch Knockout-Methoden wie homologe Rekombination und die CRISPR/Cas-Technologie zum Einsatz kommen. Das Nuklease-System CRISPR/Cas - oft auch als molekulare Schere bezeichnet - ist das Werkzeug der Wahl, wenn es darum geht, Veränderungen im Erbgut von Mikroorganismen und Pflanzen präzise, schnell und kostengünstig durchzuführen. CRISPR/Cas ist für die Forschung ein fantastisches Werkzeug, um herauszufinden, welche Gene wofür verantwortlich sind. So kann die Methodik z.B. verwendet werden, um ganz gezielt bestimmte Gene auszuschalten und anschliessend den Phänotyp zu bestimmen.

Ziele und Forschungsfragen

Ziele

- Schnellere und spezifische diagnostische, qualitative und quantitative Methoden zur Detektion von Mikroorganismen (bis auf Stamm-Ebene) und deren Eigenschaften sind entwickelt.
- Die Stammsammlung von Liebefeld und die damit verbundenen Datenbanken sind gepflegt und stehen für die Reproduktion von Kulturen sowie für die Forschung und die Kulturentwicklung zur Verfügung.
- Knockout-Methoden für Milchsäurebakterien wie z.B. homologe Rekombination und Crispr/Cas werden innerhalb von Agroscope angewendet, evaluiert und etabliert.
- Wir (Agroscope) sind anerkannte Wissensträger für fermentierte Lebensmittel und machen den Wissenstransfer in die Praxis, in die Lehre, zu den Behörden und in die Öffentlichkeit.

Forschungsfragen

- Mit welchen neuen Methoden können Stämme in komplexen mikrobiellen Kulturen (Rohmischkulturen, Fettsirtenkulturen) unterschieden werden? Wie lässt sich die Dynamik mikrobieller Populationen in Starterkulturen verfolgen und welchen Einfluss hat dies auf ihre Robustheit und ihren Phänotyp? Mit welchen Methoden können Veränderungen und Interaktionen innerhalb eines Mikrobioms einer komplexen Kultur bei der Herstellung und der Reifung von fermentierten Lebensmitteln bestimmt werden?
- Welchen Einfluss üben ausgewählte, heute noch ungenügend erforschte, Bakterien (z. B. *Lactobacillus helveticus*, *Streptococcus thermophilus*, *Pediococcus acidilactici*) und deren Interaktionen mit anderen Bakterien auf den Reifungsverlauf von fermentierten Lebensmitteln, wie z.B. Hartkäse aus? Wie schnell verändern sich deren Genome und welchen Einfluss hat dies auf den Phänotyp?
- Gibt es innerhalb der natürlichen mikrobiellen Biodiversität von komplexen Kulturen für fermentierte Lebensmittel bisher unbekannte oder unterschätzte Bakterienstämme oder Interaktionen, die für technologische Fragestellungen (z.B. Autolyse, Proteolyse, Phagenresistenz, antimikrobielle Eigenschaften, Verminderung biogener Amine) interessant sind?
- Welche neuen enzymatischen bzw. fermentativen Prozesse können mittels der Nutzung der vorhandenen Genomdaten entwickelt werden?
- Wie spezifisch sind Knockout-Methoden für Milchsäurebakterien? Können mit diesen Methoden – vor allem mit der CRISPR/Cas-Technologie – unerwünschte Gene wie z.B. Antibiotika-Resistenz- oder toxin-codierende Gene entfernt werden? Welchen Einfluss haben Knockouts auf den Phänotyp und die Genomstabilität? Wie verhalten sich Knockout-Mutanten in Starterkulturen?

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 8 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

- Entwicklung von Methoden zur Charakterisierung der Eigenschaften von nützlichen Mikroorganismen aus der Stammsammlung von Liebefeld für ihren Einsatz in fermentierten Lebensmitteln (z. B. Säure- und Aromabildung, Stammdifferenzierung, Proteolyse, Exopolysaccharid-Bildung, Phagenresistenz und Bakteriozinbildung).
- Erkennung von neuen Eigenschaften und Interaktionen von Milchsäurebakterien und Propionsäurebakterien, um bei fermentierten Lebensmitteln die Sicherheit zu steigern und die Qualität zu verbessern.
- Pflege und Weiterentwicklung (durch zusätzliche Stämme, z.B. wie *Lactobacillus helveticus*) der Stammsammlung inklusive der Genomdaten von Liebefeld.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr.10: Schaffung von wissenschaftlichen Grundlagen, Erkennung des Potenzials in der Stammsammlung und Entwicklung von neuen Methoden für die Entwicklung von neuen mikrobiellen Kulturen, für die Förderung der Qualität von fermentierten Lebensmitteln (mit einem Fokus auf Käse), für Innovationen sowie für die Minimierung von Verlusten (weniger Food-Loss bei optimierte Käsereifung, weniger Käsefehlern usw.).

Ausgewählte wissenschaftliche Grundlagen (Genomdaten, Stammidentifikation, Interaktionen, Phänotyp) können auch bei der Bestimmung des Einflusses von fermentierten Lebensmitteln auf den Stoffwechsel und das Mikrobiom vom Menschen hilfreich sein.

Die seit Jahren bestens etablierte Zusammenarbeit mit den thematisch verwandten Projekten Käse-Mikrobiom (18.10.18.2.01), Käsequalität (18.10.18.2.02), Kulturentwicklung (18.10.18.3.02), Biopréservation (18.10.18.3.03) und Fermentomics (18.10.18.5.01) wird im Arbeitsprogramm 2018-21 fortgesetzt.

zu SFF Nr. 9: Schaffung von wissenschaftlichen Grundlagen, Erkennung des Potenzials in der Stammsammlung und Entwicklung von neuen Methoden für die Entwicklung von Schutzkulturen zur Erhöhung der Lebensmittelsicherheit von fermentierten Lebensmitteln, in enger Zusammenarbeit mit den Projekten DairyFoodSafety (Projekt 18.09.18.4.01) und Challenge Tests Fleisch (Projekt 18.09.18.4.01).

zu SFF Nr. 4: Schaffung von wissenschaftlichen Grundlagen, Erkennung des Potenzials in der Stammsammlung und Entwicklung von neuen Methoden für die Fermentation von proteinhaltigen Nahrungsmitteln (Freisetzung von essentiellen Aminosäuren, Verbesserung der Bioverfügbarkeit).

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Die Erkenntnisse sind auch bei der Herstellung von fermentierten Lebensmittel mit Bio-Label anwendbar.

Material und Methoden (grob skizziert)

- Next-Generation Sequencing Technology (Ion Torrent, illumina, PacBio)
- Bioinformatic Tools und Linux-basierte Computer (Genomics Workbench, Prokka, Roary, diverse Assembler, 'Phenotype-Genotype Matching')
- Hochdurchsatz-Methoden für die Bestimmung des Phänotyps, wie z.B. Biolog
- Chromatographische Methode (Dünnschicht- und Flüssigchromatographie)
- Fotometrie und Spektroskopie für Enzymatik
- Massenspektrometrie (hauptsächlich Proteinidentifikation)
- Durchflussszytometrie
- Fermentationstechnologie
- Gentechnologische Methoden wie z.B. Knockout, Gensynthese, Klonierung, Transformation, Expression, Proteinreinigung und -charakterisierung

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Stefanovic, E., Fitzgerald, G., & McAuliffe, O. (2017). Advances in the genomics and metabolomics of dairy lactobacilli: A review. *Food Microbiology*, 61, 33-49.
- Moser, A., Berthoud, H., Eugster, E., Meile, L., & Imler, S. (2017). Detection and enumeration of *Lactobacillus helveticus* in dairy products. *International Dairy Journal*, 68, 52-59.
- Wüthrich, D., Berthoud, H., Wechsler, D., Eugster, E., Imler, S., & Bruggmann, R. (2017). The histidine decarboxylase gene cluster of *Lactobacillus parabuchneri* was gained by horizontal gene transfer and is mobile within the species. *Frontiers in Microbiology*, 8.
- Eugster-Meier, E., Imler, S., Shani, N., Meola, M., & Berthoud, H. (2016). Die mikrobielle Biodiversität in Rohmilchkäse. *Lebensmittel-Technologie*, 9, 10-11.
- Bogicevic, B., Berthoud, H., Portmann, R., Bavan, T., Meile, L., & Imler, S. (2016). Cysteine biosynthesis in *Lactobacillus casei*: identification and characterization of a serine acetyltransferase. *FEMS Microbiology Letters*, 363.
- Sun, Z., Harris, H. M., McCann, A., Guo, C., Argimon, S., Zhang, W., Yang, X., Jeffery, I. B., Cooney, J. C., Kagawa, T. F., Liu, W., Song, Y., Salvetti, E., Wrobel, A., Rasinkangas, P., Parkhill, J., Rea, M. C., O'Sullivan, O., Ritari, J., Douillard, F. P., Paul Ross, R., Yang, R., Briner, A. E., Felis, G. E., de Vos, W. M., Barrangou, R., Klaenhammer, T. R., Caufield, P. W., Cui, Y., Zhang, H., & O'Toole, P. W. (2015). Expanding the biotechnology potential of lactobacilli through comparative genomics of 213 strains and associated genera. *Nat Commun*, 6, 8322.
- Pogačić, T., Maillard, M.-B., Leclerc, A., Hervé, C., Chuat, V., Valence, F., & Thierry, A. (2015). *Lactobacillus* and *Leuconostoc volatiles* in cheese conditions. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 100, 2335-2346.
- Kelleher, P., Murphy, J., Mahony, J., & van Sinderen, D. (2015). Next-generation sequencing as an approach to dairy starter selection. *Dairy Science & Technology*, 95, 545-568.
- Zheng, J., Ruan, L., Sun, M., & Gänzle, M. (2015). A genomic view of lactobacilli and pediococci demonstrates that phylogeny matches ecology and physiology. *Applied and Environmental Microbiology*, 81, 7233-7243.
- Wolfe, Benjamin E., & Dutton, Rachel J. (2015). Fermented foods as experimentally tractable microbial ecosystems. *Cell*, 161, 49-55.
- Montel, M. C., Buchin, S., Mallet, A., Delbes-Paus, C., Vuitton, D. A., Desmasures, N., & Berthier, F. (2014). Traditional cheeses: rich and diverse microbiota with associated benefits. *International Journal of Food Microbiology*, 177, 136-154.
- Mayo, B., Rachid, C. T., Alegria, A., Leite, A. M., Peixoto, R. S., & Delgado, S. (2014). Impact of next generation sequencing techniques in food microbiology. *Curr Genomics*, 15, 293-309.

- Smid, E. J., & Kleerebezem, M. (2014). Production of aroma compounds in lactic fermentations. Annual Review of Food Science and Technology, 5, 313-326.
- Fuchsmann, P., Irmeler, S., & Breme, K. (2013). Volatile sulphur compounds in cheeses - an odorous analytical challenge. Chimia, 67, 610.
- Irmeler, S., Bavan, T., Oberli, A., Roetschi, A., Badertscher, R., Guggenbühl, B., & Berthoud, H. (2013). Catabolism of serine by *Pediococcus acidilactici* and *Pediococcus pentosaceus*. Applied and Environmental Microbiology, 79, 1309-1315.
- Bogicevic, B., Irmeler, S., Portmann, R., Meile, L., & Berthoud, H. (2012). Characterization of the *cysK2-ctf1-cysE2* gene cluster involved in sulfur metabolism in *Lactobacillus casei*. International Journal of Food Microbiology, 152, 211-219.
- Irmeler, S., Bavan, T., & Guggenbühl, B. (2011). Aminosäurestoffwechsel von *Pediokokken* aus Käse. DMW - Die Milchwirtschaft, 20, 695-697.
- Turgay, M., Irmeler, S., Isolini, D., Amrein, R., Fröhlich-Wyder, M.-T., Berthoud, H., Wagner, E., & Wechsler, D. (2011). Biodiversity, dynamics, and characteristics of *Propionibacterium freudenreichii* in Swiss Emmentaler PDO cheese. Dairy Science & Technology, 91, 471-489.
- Grens K, (2015) There's CRISPR in your yogurt. The Scientist 29
- Selle, K., & Barrangou, R. (2015). CRISPR-based technologies and the future of food science. Journal of Food Science, 80, R2367-R2372
- Opinion on the legal classification of New Plant Breeding Techniques, in particular ODM and CRISPR-Cas9. In. (2015) B. f. V. u. Lebensmittelsicherheit (Ed.).
- Oh, J. H., & van Pijkeren, J. P. (2014). CRISPR-Cas9-assisted recombineering in *Lactobacillus reuteri*. Nucleic Acids Research.
- Doudna, J. A., & Charpentier, E. (2014). Genome editing. The new frontier of genome engineering with CRISPR-Cas9. Science, 346, 1258096.
- Jiang, W., Bikard, D., Cox, D., Zhang, F., & Marraffini, L. A. (2013). RNA-guided editing of bacterial genomes using CRISPR-Cas systems. Nat Biotechnol, 31, 233-239.
- Horvath, P., Coute-Monvoisin, A. C., Romero, D. A., Boyaval, P., Fremaux, C., & Barrangou, R. (2009). Comparative analysis of CRISPR loci in lactic acid bacteria genomes. International Journal of Food Microbiology, 131, 62-70.
- Barrangou, R., Fremaux, C., Deveau, H., Richards, M., Boyaval, P., Moineau, S., Romero, D. A., & Horvath, P. (2007). CRISPR provides acquired resistance against viruses in prokaryotes. Science, 315, 1709-1712.
- Bogicevic, B., Berthoud, H., Portmann, R., Meile, L., & Irmeler, S. (2012). *CysK* from *Lactobacillus casei* encodes a protein with O-acetylserine sulfhydrylase and cysteine desulfurization activity. Applied Microbiology and Biotechnology, 94, 1209-1220.
- Bogicevic, B., Berthoud, H., Portmann, R., Bavan, T., Meile, L., & Irmeler, S. (2016). Cysteine biosynthesis in *Lactobacillus casei*: identification and characterization of a serine acetyltransferase. FEMS Microbiology Letters, 363.
- Irmeler, S., Raboud, S., Beisert, B., Rauhut, D., & Berthoud, H. (2008). Cloning and characterization of two *Lactobacillus casei* genes encoding a cystathionine lyase. Applied and Environmental Microbiology, 74, 99-106.
- Knoll, C., du Toit, M., Schnell, S., Rauhut, D., & Irmeler, S. (2010). Cloning and characterization of a cystathionine b-/g-lyase from two *Oenococcus oeni* oenological strains. Applied Microbiology and Biotechnology, 89, 1051-1060.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
 (Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Die mikrobielle Biodiversität ist allgemein sehr gross und wird heute noch ungenügend verstanden. Dies gilt auch für fermentierte Lebensmittel, vor allem wenn sie ohne Hitzebehandlung (z.B. Rohmilchkäse, Rohwürste) und mit nicht definierten Starterkulturen hergestellt wurden. Das Projekt will die Biodiversität erkennen, erhalten, verstehen und wissenschaftliche Grundlagen für ihre Nutzung erarbeiten.

Die mikrobielle Biodiversität ist allgemein sehr gross und wird heute noch ungenügend verstanden. Dies gilt auch für fermentierte Lebensmittel, vor allem wenn sie ohne Hitzebehandlung (z.B. Rohmilchkäse, Rohwürste) und mit nicht definierten Starterkulturen hergestellt wurden. Das Projekt will die mikrobielle Biodiversität erkennen, Interaktionen erforschen und den Einfluss von Phagen verstehen. Im Rahmen der bestehenden Stammsammlung soll die Vielfalt erhalten und gepflegt werden. Mittels wissenschaftlicher Grundlagen, Erkennung des Potenzials in der Stammsammlung und Entwicklung von neuen Methoden sollen Potenziale für die Nutzung aufgezeigt werden, um die Qualität und die Sicherheit der fermentierten Lebensmittel zu erhöhen, neue mikrobielle Kulturen zu entwickeln und Innovationen zu fördern.

Genehmigung des Projektes

Datum: 22.08.2017	Visum FGL: lupe
Datum: 22.08.2017	Visum FBL / KBL: a.i. waba
Datum: 31.10.2017	Visum V SFF: jucr



SFF 9

Für sichere Lebensmittel mikrobielle Risiken und Antibiotikaresistenz senken

AutorInnen	Ueli Zürcher, Hans-Peter Bachmann, Hans Dieter Hess
Begleitende WissenschaftlerInnen	Jörg Hummerjohann
Verantwortliche/r BereichsleiterIn	Fabian Wahl
Research Peer	David Drissner

Zusammenfassung

Lebensmittelbedingte Erkrankungen beim Menschen treten weltweit auf und können zu hohen volkswirtschaftlichen Schäden führen. Neben dem Vorkommen neuer pathogener Erreger ist dem zunehmenden Auftreten antibiotikaresistenter und persistenter Keime in tierischen und pflanzlichen Lebensmittelketten besonders Rechnung zu tragen. Die Land- und Ernährungswirtschaft dürfte bei der Ausbildung solcher Resistenzen eine wichtige Rolle spielen.

Der Bund geht das Problem der Antibiotikaresistenzen mit einer national breit abgestützten Strategie (StAR) an. In der Land- und Ernährungswirtschaft stellt sich einerseits die Frage, wie bestehende und neue pathogene sowie antibiotikaresistente Keime frühzeitig detektiert und wie die Sicherheitskonzepte in Produktion, Verarbeitung und Vertrieb angepasst werden können. Andererseits stellt sich die Frage, wie der Eintrag und die Verbreitung von Antibiotikaresistenzen und Persistenzen entlang ausgewählter Wertschöpfungsketten erfasst, mit welchen Präventionsmassnahmen diese eingeschränkt und wie pathogene Mikroorganismen sowie deren Toxine (z.B. Mykotoxine) auf landwirtschaftlichen Erzeugnissen und Lebensmitteln reduziert werden können. Die gesundheitlichen Risiken sollen mittels Risikoanalysen erkannt und quantifiziert werden.

Mit Forschungsergebnissen, Challenge-Tests, Erhebungen und risikobasierten Empfehlungen unterstützt Agroscope die Sicherheit von Lebensmitteln und landwirtschaftlichen Erzeugnissen und damit auch deren Exportfähigkeit massgebend. Die amtliche Futtermittelkontrolle trägt zudem dazu bei, dass chemische Verunreinigungen und andere Rückstände in und Verfälschungen von Erzeugnissen aus der Land- und Ernährungswirtschaft verhindert werden.

Ausgangslage und Hintergrund

Die zunehmende Globalisierung der Märkte für Futter- und Lebensmittel, der wachsende Wettbewerb zwischen einheimischen und ausländischen Lebensmitteln, neue Nischenmärkte, moderne Herstellungsverfahren, neuartige Distributionsformen, andere Verzehrsgewohnheiten und sich verändernde klimatische Bedingungen stellen die zuständigen Behörden für die Lebensmittelsicherheit und die Vielzahl an Akteuren in der Wertschöpfungskette vor immer neue Herausforderungen. Zudem fordern Gesellschaft und Politik für die Zukunft eine nachhaltigere und ressourcenschonendere Produktion von Lebensmitteln in der Schweiz, mit dem Ziel, deren Absatz auf den Märkten von heute und morgen zu verbessern und die Wettbewerbsfähigkeit der Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft zu steigern.

In zunehmendem Mass erwartet die Gesellschaft von einer nachhaltigen Produktionsweise, dass mit geringerem oder ohne Einsatz von synthetischen Pflanzenschutzmitteln, von Antibiotika oder/und anderer synthetischer Zusatzstoffe produziert wird.

Die Lebensmittel sollen möglichst frei von gesundheitsgefährdenden Keimen und Rückständen sein.

Im Spannungsfeld aus Forderungen, Trends und Tatsachen gilt es als oberstes Gebot, die Sicherheit der auf dem Markt angebotenen Lebensmittel zu garantieren. Der Konsument muss darauf vertrauen können, dass von den verzehrten Lebensmitteln keine Gefährdung der Gesundheit ausgeht. Dieses Vertrauen wurde in den letzten Jahren immer wieder durch Lebensmittelskandale wie die BSE-Krise in den 90er Jahren oder der EHEC-Ausbruch bei Sprossen im Jahr 2011 in Deutschland erschüttert.

Eine grosse Bedrohung der Gesundheit stellt in diesem Kontext auch die globale Ausbreitung von antibiotikaresistenten Krankheitserregern dar. Antibiotikaresistente Keime fordern weltweit immer mehr Todesopfer, allein in Europa sterben jährlich 25'000 Menschen. Antibiotikaresistenzen nehmen auch in der Schweiz zu.

Der Bund geht das Problem nun mit einer nationalen Strategie an (StAR) und dem vom Bundesrat genehmigten und Ende 2015 öffentlich ausgeschriebenen Nationalen Forschungsprogramm «Antimikrobielle Resistenz» (NFP 72) an. Die Strategie beinhaltet 35 Massnahmen in acht Handlungsfeldern. Die Umsetzung erfolgt wie die Erarbeitung zusammen mit den Kantonen und weiteren wichtigen Akteuren. Die Land- und Ernährungswirtschaft ist in den Bereichen Tier, Landwirtschaft und Lebensmittelkette gefordert.

Daher ist das Forschungsfeld SFF 9 schwerpunktmässig auf mikrobielle Risiken und Antibiotikaresistenzen ausgerichtet. Das NFP 72 verfolgt einen ganzheitlichen, disziplinübergreifenden One-Health-Ansatz, welcher auch im internationalen Forschungsumfeld und durch die WHO als wegweisend betrachtet wird. Diese Herangehensweise kommt dem allgemeinen Forschungsansatz von Agroscope entgegen, bei welchem die Betrachtung von ganzen Lebensmittelketten («from stable to table») im Vordergrund steht und auch in diesem Forschungsfeld verfolgt werden soll, um die im Folgenden erwähnten Probleme der Land- und Ernährungswirtschaft anzugehen.

- Durch hohe Anpassungsfähigkeit und Selektionsdruck ist eine Zunahme von Stress-, Desinfektionsmittel- und Antibiotika-toleranten Bakterien in Produktion, Verarbeitung und Vertrieb von tierischen und pflanzlichen Lebensmitteln festzustellen, was die Gesundheit der Konsumenten gefährden kann.
- Bekannte und neue pathogene und/oder persistente Keime tauchen auf (z.B. hitzeresistente *E. coli* in der Milchwirtschaft oder multiresistente *E. coli* und Enterokokken auf pflanzlichen Lebensmitteln) und erfordern die Entwicklung neuer Nachweis-, Inaktivierungs- und haltbarkeitsverlängernder Verfahren oder bedingen eine Modifikation von bewährten Haltbarkeitstechnologien.
- Neue Anbausysteme und der Klimawandel verändern das Spektrum an Mykotoxinen (z.B. krebserregende Aflatoxine) und bedürfen der Erforschung ihrer Ökologie zur Reduktion des Befallsrisikos.
- Über chemische oder mikrobiologische Verunreinigungen von Futtermitteln können schädliche Mikroorganismen und unerwünschte oder verbotene Stoffe in die Lebensmittelkette gelangen und die Gesundheit von Menschen und Tieren gefährden.
- Um tierische Lebensmittel uneingeschränkt exportieren zu können, müssen die Äquivalenz der Futtermittelgesetzgebung und deren Vollzug im Vergleich zum ausländischen Recht gewährleistet sein und die Sicherheit der Lebensmittel durch Daten aus aktuellen Studien und Erhebungen belegt werden können.

Gesundheitliche Risiken können auf der Basis von Risikoanalysen erkannt, quantifiziert, priorisiert und durch entsprechende Massnahmen reduziert werden. Bundesbehörden und kantonale Stellen benötigen dazu wissenschaftlich abgesicherte Informationen. Agroscope will mit diesem Forschungsfeld wesentlich zu einer sicheren («safety») und gesunden Ernährung beitragen.

Da Lebensmittel, welche die hohen Anforderungen an die Lebensmittelsicherheit nicht erfüllen, entsorgt werden müssen, leistet Agroscope mit diesem Forschungsfeld auch wichtige Beiträge zu einer Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit durch Kostensenkung / Produktivitätssteigerung sowie der Ressourceneffizienz.

Nationales und internationales Forschungsumfeld

Da die Gene für antimikrobielle Resistenzen in Mikroorganismen im Menschen, in Tieren und in der Umwelt vorkommen und zum Teil mobil sind, geht das neu lancierte NFP 72 des SNF das Problem mit einem integrativen, bereichsübergreifenden Ansatz («One-Health») an (Ausschreibung vom 18.9.2015). Das neue Programm berücksichtigt drei Hauptaspekte: i) Ausbau des Wissens über potenzielle Reservoirs von Resistenzgenen und deren Übertragungsmechanismen; ii) Entwicklung von Schnell Diagnosetechniken und Erforschung neuartiger antimikrobieller Moleküle; iii) Erarbeitung von Empfehlungen für die Bereiche Human- und Tiermedizin, öffentliche Gesundheit und Umwelt, sowie von Vorschlägen für Interventionsmassnahmen. Zu allen Aspekten kann Agroscope wichtige Beiträge liefern mit Ausnahme der Erforschung neuartiger Wirkstoff-Moleküle. Der erwähnte One-Health-Ansatz, welcher auch im internationalen Forschungsumfeld und durch die WHO als wegweisend angesehen wird, kommt den Aktivitäten von Agroscope entgegen, da Agroscope sich stets um die Betrachtung von ganzen Lebensmittelketten bemüht («from stable to table»).

Das Europäische Zentrum für die Prävention und Kontrolle von Krankheiten (ECDC) dokumentiert die besorgniserregende Lage. Es konnte eine rasche und anhaltende Ausbreitung von Resistenzen nachgewiesen werden, vor allem bei invasiven Gram-negativen Erregern wie den Enterobakterien, welche Extended-Spektrum-Beta-Laktamasen (ESBL) bilden (*Escherichia coli* und *Klebsiella pneumoniae*), den Carbapenemase-bildenden Enterobakterien (z. B. *Klebsiella pneumoniae*) und dem multiresistenten *Pseudomonas aeruginosa*. Bei den Gram-positiven Erregern wie *Streptococcus pneumoniae*, *Staphylococcus aureus* und *Enterococcus faecalis* / *faecium* ist die Situation ebenfalls beunruhigend, obwohl der derzeitige Trend weniger kritisch ist als bei den Gram-negativen.

Verschiedene Infektionserreger sind zwischen Mensch und Tier übertragbar, entweder direkt oder durch kontaminierte Nahrungsmittel. Beunruhigend ist dabei insbesondere auch die gleichzeitige Übertragung von antimikrobiellen Resistenzen und die Tatsache, dass immer häufiger multiresistente Keime auftreten. Dabei darf man sich nicht nur auf die klassischen Lebensmittelkrankheitserreger (z.B. Listerien, Salmonellen, *Campylobacter*, *Staphylococcus aureus*, EHEC) konzentrieren, sondern muss auch eine Vielzahl nicht-pathogener oder fakultativ pathogener

ner Keime berücksichtigen, welche aber als Drehscheibe für den Transfer von Resistenzgenen auf pathogene Erreger fungieren (z.B. Koagulase-negative Staphylokokken, Enterokokken, Pseudomonaden (non-aeruginosa) und diverse Enterobakterien). Zusätzlich wird die Erforschung der Ökologie dieser Bakterien immer wichtiger, da die Transferraten von Resistenzen von Faktoren wie Biofilmbildung, Überlebensmöglichkeit in der Umwelt und in der Lebensmittelproduktion abhängen. Es ist daher zwingend, dass auch in den Forschungsprogrammen ganzheitliche Ansätze verfolgt werden. Dabei spielen Genomik-Untersuchungen («Resistom») und Messung von horizontalen Gentransfers genauso eine wichtige Rolle wie High-Throughput-Phenotyping und Methoden aus der Systembiologie, wie die Erforschung von funktionellen Strukturen von Biofilmen durch moderne Mikroskopiertechniken.

Das Ziel, zur Verringerung der antimikrobiellen Resistenz und von deren negativen Auswirkungen auf die Behandlung von Infektionskrankheiten beizutragen, soll wie folgt erreicht werden: i) durch die Entwicklung neuer Instrumente und Techniken, die auf das Aufspüren antimikrobieller Resistenzen, vor allem in der Umwelt und in der Nahrungskette, ausgerichtet sind; ii) durch die genauere Untersuchung der Mechanismen, Pfade und Vektoren, die an der Entwicklung und Verbreitung antimikrobieller Resistenzen bei Mensch und Tier sowie in der Nahrungskette und in der Umwelt beteiligt sind, insbesondere durch die Eruiierung der Dynamik des Transfers von resistenzkodierenden Genen zwischen diesen Reservoiren (One-Health-Ansatz); iii) durch die Förderung der Forschung nach Schnell Diagnosetechniken, die darauf ausgerichtet sind, a) Besiedelungen und Infektionen von menschlichen und tierischen Wirten zu erkennen, die mit Antibiotika behandelt werden müssen, und b) resistente Mikroorganismen oder die beteiligten Gene nachzuweisen; iv) durch die Förderung der Forschung zu «alten» und neuartigen antimikrobiellen Präparaten (einschliesslich Inhibitoren, die in Kombination eingesetzt werden können), insbesondere durch die Unterstützung von Machbarkeitsstudien und präklinischen Prüfungen bezüglich interessanten Entdeckungen, die aus der Grundlagenforschung resultieren; v) durch die Entwicklung und das Testen von Programmen zum sachgemässen verringerten bzw. gezielten Einsatz von Antibiotika und zur Vermeidung von Infektionskrankheiten, die darauf ausgerichtet sind, Strategien zu entwickeln, um die Entstehung und Ausbreitung von Resistenzen zu verringern.

Diverse Wissenschaftler im In- und Ausland haben darauf hingewiesen, dass es aufgrund von Wissenslücken und Koselektionsmechanismen sehr wichtig ist, auch solche Lebensmittelproduktionsketten (z.B. Alpkäseproduktion oder Gemüseproduktion) zu untersuchen, in denen kein massiver Antibiotikaeinsatz wie etwa bei bestimmten Tierhaltungsformen vorkommt.

Die drei wichtigsten Fragen, die sich national und international zum Schwerpunktthema des SFF stellen, sind:

- Frage 1: Was sind die Übertragungswege und die Engpässe, welche die Ausbreitung des Resistoms zwischen Menschen, Tieren, Pflanzen und der Umwelt steuern?
- Frage 2: Welche gegen Virulenz und Persistenz gerichteten Ansätze können verfolgt werden?
- Frage 3: Gibt es alternative Behandlungen im System zur Lebensmittelproduktion?

Literatur

Swiss National Science Foundation (2015). Antimicrobial Resistance. NRP 72. Retrieved from http://www.nfp72.ch/SiteCollectionDocuments/Call_NFP72_E.pdf

Stellung und Positionierung von Agroscope im Forschungsfeld

Agroscope zeichnet sich im Forschungsfeld durch folgende Alleinstellungsmerkmale aus:

- Agroscope hat eine führende Stellung bei der anwendungsorientierten Grundlagenforschung und dem Wissensaustausch für die Lebensmittelsicherheit von Käse aus roher und thermisierter Milch, Rohfleischwaren und pflanzlichen Frischprodukten (Salate, Kräuter, Sprossen).
- Mit dem Agroscope Forschungsprogrammes REDYMO (Lancierung in 2014) werden für die 3 wichtigsten sich national und international stellenden Fragen zum Schwerpunktthema des SFF in ausgewählten Bereichen der Lebensmittelkette wichtige wissenschaftliche Grundlagen erarbeitet. Das bei Agroscope inzwischen etablierte Know-how sowie die enge nationale und internationale Vernetzung mit Forschungspartnern und der Praxis stellen ideale Voraussetzungen dar, um die bisherigen und neuen Forschungsfragen in einem Nachfolge-REDYMO innerhalb des SFF 9 weiter zu bearbeiten. Mit der Problematik von Biofilmen hat Agroscope ein Forschungsgebiet aufgenommen, bei dem es noch sehr viele offene Fragen gibt und das in Zukunft noch stark an Bedeutung gewinnen dürfte.
- Risikoanalysen zur Erkennung, Bewertung und Minimierung von mikrobiellen Sicherheitsrisiken entlang der wichtigsten Lebensmittelwertschöpfungsketten.
- Sehr enge Vernetzung mit nationalen und internationalen Forschungspartnern, den kantonalen Beratungsstellen und der Praxis.
- Amtliche Futtermittelkontrolle zur Verhinderung von Verunreinigungen chemischer und mikrobieller Art und von Verfälschungen der Erzeugnisse aus Land- und Ernährungswirtschaft.
- Entwicklung und Produktion von mikrobiellen Schutzkulturen.
- Nationales Referenzlaboratorium für Milch und Milchprodukte (Ist) und für *Staphylococcus aureus* (Antrag).

- Einzigartige Infrastruktur:
 - Neubau in Posieux (ab 2018) mit Laboratorien und Pilot-Plants BSL-2 und 3 für Milch- und Fleischprodukte (Challenge-Tests).
 - Laboratorien BSL-2 und Quarantäne Gewächshäuser BSL-2 (in Wädenswil) und Zugang zu BSL-3 Containments (bei WSL, in Birmensdorf) für pflanzliche Produkte.
 - Einzigartige Einrichtungen in Posieux für die Durchführung von Versuchen zur Reduktion des Antibiotikaeinsatzes in der Haltung von Nutztieren und ein eigens dazu entwickeltes Infektionsmodell beim Schwein.

Wissenschaftliche Ziele und Forschungsfragen

- Was sind die Übertragungswege und Engpässe in den von Agroscope untersuchten Systemen, welche die Ausbreitung des Resistoms zwischen Menschen, Tieren, Pflanzen und der Umwelt steuern?
- Mit welchen diagnostischen Methoden und Monitoringprogrammen können bestehende und neue pathogene sowie antibiotikaresistente Keime und toxische oder sonst unerwünschte Substanzen frühzeitig detektiert und wie können die Sicherheitskonzepte in Produktion, Verarbeitung und Vertrieb angepasst werden?
- Welche Rolle spielen Boden, organische Dünger und Oberflächenwasser sowie land- und ernährungswirtschaftliche Erzeugnisse, die von genannten Faktoren abhängig sind, bei der Bildung klinisch relevanter ABR?
- Mit welchen Präventionsmassnahmen kann der Eintrag und die Verbreitung von ABR und Persistenz entlang der Lebensmittelwertschöpfungsketten – unter besonderer Berücksichtigung der Biofilme – reduziert werden?
- Durch welche neuartigen (biologischen und physikalischen) Massnahmen können pathogene Mikroorganismen und deren Toxine auf landwirtschaftlichen Erzeugnissen und Lebensmitteln reduziert werden? Eignen sich dazu z.B. niederenergetische Elektronen (z.B. ebeam-Technologie) oder Schutzkulturen oder die Kombination von beiden?
- Welche wissenschaftlichen Daten (z.B. von Challenge-Tests) müssen für die Beurteilung bestehender und neuer mikrobieller Risiken (ABR, Persistenzbildung, neue Pathogenitätsfaktoren, Viren) generiert werden?
- Wie können die traditionellen Schweizer Käse aus roher und thermisierter Milch die stetig steigenden gesetzlichen Anforderungen zur Lebensmittelsicherheit in den Exportmärkten erfüllen unter Beibehaltung ihrer Typizität und Authentizität (AOP)?
- Wie kann verhindert werden, dass toxische oder sonst unerwünschte Substanzen direkt oder über die Futtermittel in Lebensmittel gelangen?

Praktischer Nutzen der Aktivitäten im Forschungsfeld und wichtigste Outcomes

- Die neuen Ergebnisse der Forschungstätigkeiten werden es erlauben, Empfehlungen und Interventionsmassnahmen für die Agrarpraxis und Lebensmittelverarbeitung auszuarbeiten, um ABR und Persistenz in der Agro-Food Kette zu reduzieren. Solche Massnahmen könnten in die Gute Agrarpraxis (GAP) oder Gute Hygienepaxis (GHP) eingehen, z.B. in der Form von Branchen-Richtlinien.
- Agroscope erarbeitet und vermittelt Beiträge zur Sicherheit von Lebensmitteln tierischer und pflanzlicher Herkunft, die Basis für die Lösung neuer Fragen und Herausforderungen sind und unterstützt die Vollzugsaufgaben von BLW und BLV.
- Durch die Beiträge im Forschungsfeld wird sichergestellt, dass Schweizer Lebensmittel und landwirtschaftliche Erzeugnisse tierischer und pflanzlicher Herkunft auch unter sich verändernden Einflüssen sicher bleiben und die Sicherheit der Produkte in neuen, international akzeptierten Bewertungssystemen belegt werden können. Dies ist Voraussetzung für die Akzeptanz bei den Konsumentinnen und Konsumenten, für den nationalen und internationalen Marktzugang und für die Sicherstellung der Exportfähigkeit (z.B. Rohmilchkäse).

Was ist neu im Forschungsfeld?

Das Schwerpunktthema des Forschungsfeldes basiert auf den wissenschaftlichen Grundlagen, die im Rahmen des Agroscope Forschungsprogrammes REDYMO («Reduktion und Dynamik antibiotikaresistenter und persistenter Mikroorganismen entlang von Lebensmittelketten») in der Periode 2014–17 aufgebaut wurden bzw. werden.

Zusätzlich zu den klassischen Lebensmittelkrankheitserreger muss neu auch eine Vielzahl nicht-pathogener oder fakultativ pathogener Keime berücksichtigt werden, da diese als Drehscheibe für den Transfer von Resistenzgenen auf pathogene Erreger fungieren. Zusätzlich wird die Erforschung der Ökologie dieser Bakterien immer wichtiger, da die Transferraten von Resistenzen von Faktoren wie Biofilmbildung, Überlebensmöglichkeit in der Umwelt und in der Lebensmittelproduktion abhängen. Es ist daher zwingend, dass ganzheitliche Ansätze verfolgt werden, wie Genomik-Untersuchungen («Resistom»), die Messung von horizontalen Gentransfers, High-Throughput-Phenotyping und Methoden aus der Systembiologie.

Mit neuen (biologischen und physikalischen) Massnahmen sollen pathogene Mikroorganismen und deren Toxine auf landwirtschaftlichen Erzeugnissen und Lebensmitteln reduziert werden, z.B. durch niederenergetische Elektronen (z.B. ebeam-Technologie) oder durch Schutzkulturen.

Das neue BSL3-Pilot-Plant im Neubau in Posieux wird in der zweiten Hälfte des Arbeitsprogrammes (ab 2020) erlauben die aus Sicht Erkenntnis- und Handlungswissen dringend erforderlichen Challenge Tests unter Bedingungen durchzuführen, welche der heutigen Praxis sehr nahe kommen.

Positionierung des SFF im Dreieck «Markt für Primärprodukte», «Betrieb» und «Ressourcen für die Produktion»

Das SFF bearbeitet Fragen zur Lebensmittelsicherheit entlang verschiedener Wertschöpfungsketten. Entsprechend richten sich die Forschungsaktivitäten auf verschiedene Elemente der Kette aus, vom Anbau, über die Verarbeitung bis hin zum Verkaufspunkt. Das SFF 9 ist daher gleichermassen bei den Konsumenten, der Verarbeitung und dem Markt für Primärprodukte zu positionieren. Des Weiteren liefert das das Forschungsfeld auch einen Beitrag zu einer nachhaltigen, ressourcenschonenden Produktion.

Inhaltliche Schnittstellen zu den weiteren Forschungsfeldern

Es ergeben sich mehrere Schnittstellen zu anderen Forschungsfeldern, da sich die Forschung der Lebensmittelsicherheit und die Risikoanalysen auf verschiedene Stufen der landwirtschaftlichen Produktionskette ausrichten und die Sicherheit der auf dem Markt angebotenen Produkte, tierischer oder pflanzlicher Natur, un- oder verarbeitet, höchste Priorität hat.

Die wichtigsten thematischen Schnittstellen, welche aus den wissenschaftlichen Zielen und Forschungsfragen des SFF 9 resultieren und eine enge Zusammenarbeit oder gute Absprache erfordern, sind im Folgenden aufgeführt:

- **SFF 6** «Tiergerechte Haltung und Tiergesundheit stützen und fördern»: Gute Hygiene, geeignete Fütterung sowie eine angepasste Tierhaltung können entscheidend dazu beitragen, den Gesundheitszustand der Tiere zu verbessern und den Antibiotikaeinsatz zu verringern.
- **SFF 8** «Die mikrobielle Biodiversität für die Land- und Ernährungswirtschaft nutzbar machen»:
 - Pathogene Mikroorganismen werden als Bestandteile mikrobieller Systeme bei der Erforschung mikrobieller Biodiversität in ausgewählten Systemen der Land- und Ernährungswirtschaft ebenfalls erfasst. Biofilme stellen an und für sich ein mikrobielles System dar.
 - Entwicklung und Einsatz von Schutzkulturen zur Reduktion von pathogenen Mikroorganismen auf landwirtschaftlichen Erzeugnissen und Lebensmitteln.
 - Starterkulturen, die für die Herstellung fermentierter Lebensmittel eingesetzt werden, können Träger oder Vektoren für Antibiotika-Resistenzgene darstellen.
- **SFF 10** «Qualität und Produktinnovation von Lebensmitteln fördern»: Es besteht sehr oft eine gegenseitige Abhängigkeit zwischen der Lebensmittelqualität und Lebensmittelsicherheit. Wie wirkt sich zum Beispiel das neuartige Verfahren mit niederenergetischer Elektronenstrahlung (ebeam-Technologie) zur Desinfektion von landwirtschaftlichen Erzeugnissen auf deren Qualitätscharakteristika (Textur, Geschmack, Farbe) aus?
- **SFF 5** «Nachhaltigen, risikoarmen Pflanzenschutz entwickeln»:
 - Behandlung von Saatgut mit ebeam-Technologie (phytosanitäre Wirkung).
 - Anbaumassnahmen zur Reduktion des Risikos eines Befalls von Getreide und Mais durch toxische Pilze.

Bestehende und neu geplante Zusammenarbeiten mit anderen Forschungsinstitutionen

- Prof. Dr. Martin J. Loessner, Institute of Food, Nutrition and Health, ETH Zurich (CH)
- Prof. Dr. Herbert Schmidt, Institute of Food Science and Biotechnology, University of Hohenheim (DE)
- PD Dr. René Brunisholz, Functional Genomics Center Zurich, ETH Zurich (CH)
- Prof. Dr. Reinhard Zbinden, Institute of Medical Microbiology, University of Zurich (CH)
- Dr. Helmut Bürgmann, Department of Surface Waters – Research and Management, Eawag (CH)
- Prof. Dr. Kornelia Smalla, Institute for Epidemiology and Pathogen Diagnostics, Julius Kühn-Institut Federal Research Centre for Cultivated Crops (DE)
- Dr. Fiona Walsh, Department of Biology, National University of Ireland Maynooth (IE)
- Dr. Carsten Struve, Statens Serum Institut, Copenhagen (DK)
- Prof. Dr. Susanne Knöchel, Food Microbiology Dept., University of Copenhagen, Copenhagen (DK)
- Prof. Dr. Adriana Lanieri, Foodtechnology Dept., Universität Parma (IT)
- Dr. Pilar Donado, CORPOICA Research Station, Bogotá (CO)
- PD Dr. Stefan Neuenschwander, Breeding Biology, ETH Zurich (CH)
- Prof. Dr. med. vet. Roger Stephan, Institute for Food Safety and Hygiene, University of Zurich (CH)
- PD Dr. med. vet. Xaver Sidler, Vetsuisse Faculty, Division of Swine Medicine, University of Zurich (CH)
- Dr. med. vet. Judith Peter-Egli, School of Agricultural, Forest and Food Sciences HAFL, Zollikofen (CH)
- Dr. Andrew Richard Williams, Parasitology and Aquatic Diseases, Department of Veterinary Disease Biology, University of Copenhagen, Copenhagen (DK)

- Prof. Dr. Stig Milan Thamsborg, Parasitology and Aquatic Diseases, Department of Veterinary Disease Biology, University of Copenhagen, Copenhagen (DK)
- SMART Waste, MARIE SKŁODOWSKA-CURIE ACTIONS – Innovative Training Networks (ITN), Call: H2020-MSCA-ITN-2016
- Marc-André Avondet, Gruppe Toxinologie, LABOR SPIEZ (CH)
- Dr. Brigitte Dorner, Centre for Biological Threats and Special Pathogens, Biological Toxins (ZBS3), Robert Koch-Institut (DE)
- PD Dr. Esther Schelling, Swiss Tropical and Public Health Institute, University of Basel (CH)
- Prof. Dr. Gertraud Schüpbach, Veterinary Public Health Institute, University of Bern (CH)
- Dr. Peter Zangerl, Bundesanstalt für Alpenländische Milchwirtschaft (AT)
- Prof. Dr. Adrian Steiner, Vetsuisse-Fakultät, Departement für klinische Veterinärmedizin, Wiederkäuerklinik, Universität Bern (CH)
- Prof. Dr. Anna Oevermann, Vetsuisse Faculty, Department of Clinical Research and Veterinary Public Health, University of Bern (CH)
- Regine Saier, Institut für Lebensmittelwissenschaft und Biotechnologie, Universität Hohenheim (DE)
- ISPA-CNR: Horizon 2020 Project MycoKey (Integrated and innovative key actions for mycotoxin management in the food and feed chain)
- Modelling and forecasting of *Fusarium graminearum* in Europe: Prof. Vittorio Rossi & Dr. Valentina Manstretta, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza (IT), Dr. Emmanuelle Gourdain, ARVALIS, Boigneville (FR)
- Establishment of a European *Fusarium* chemotype database: Dr. Matias Pasquali, Luxembourg Institute of Science and Technology (LIST), ERIN, Belvaux (LU)
- NFP 69 »Gesunde Ernährung und nachhaltige Lebensmittelproduktion«, Projekt Healthy & Safe
- swissgranum, Bern (CH), Arbeitsgruppe Lebensmittelsicherheit, Vorhersage und Beurteilung der Mykotoxinbelastung in Getreide und Mais



Projekte des SFF 9:
Für sichere Lebensmittel mikrobielle Risiken und Antibiotika-
resistenz senken

Projets du CSR 9:
Réduction des risques microbiens et de la résistance aux anti-
biotiques pour des denrées alimentaires sûres

18.09.11.01.01	Aliments pour animaux – Contrôle officiel
18.09.18.01.01	Elektronen-basierte Prozesstechnologie
18.09.18.01.02	Interaktion humanpathogener und antibiotikaresistenter Bakterien mit pflanzlichen Lebensmitteln
18.09.18.04.01	Erhöhung der Lebensmittelsicherheit von Milchprodukten durch Prävalenzstudien, Challenge-Tests, Referenzanalytik und Risikopriorisierung
18.09.18.04.02	Challenge Tests zur Erhöhung der Lebensmittelsicherheit von Fleischerzeugnissen
18.09.18.07.01	Systemforschung zur Lebensmittelsicherheit und Resistomentwicklung
18.09.18.07.02	Staphylococcus aureus, ein Problemkeim der Schweizer Milchwirtschaft: Bekämpfung und neue Erkenntnisse



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Agroscope

Programme d'activité

N° de projet

PA 2018-2021

18.09.11.01.01

Désignation abrégée/acronyme du projet (max. 20 caractères)

COAA

N° Domaine

11

Animaux et produits d'origine animale

N° Groupe

11.1

Aliments pour animaux

Chef-fe de projet/suppléant-e

Michel Geinoz / Céline Clément

Durée du projet

Début du projet

Fin du projet

4 ans

2018

2021

Projet

Total des jours de travail sans fonds tiers	9044
Contribution au CSR	9
Contribution à d'autres CSR	---

Enquête sur les besoins: contribution à la demande n°	00.000
Le projet contient des travaux financés par des fonds tiers	☐ oui ☒ non
Le projet contient une contribution à l'agriculture biologique	☒ oui ☐ non

Titre dans la langue originale

Aliments pour animaux – Contrôle officiel

Contrôle officiel des aliments pour animaux

Official feed control

Official feed control, feedstuffs, feed law, inspections, samples, analysis, organic, feed safety, food safety, food chain

Situation initiale et problématique

Agroscope est mandatée par l'Office fédéral de l'Agriculture pour l'exécution de la législation en matière d'aliments pour animaux. Le Contrôle officiel des aliments pour animaux (COAA) représente le premier maillon des contrôles le long de la chaîne alimentaire et fait partie intégrante du Plan National de Contrôle PNC. Des contrôles réguliers et ciblés, basés sur les risques, servent à garantir la protection de la santé des humains et des animaux, ainsi qu'à préserver l'environnement. Les bases légales sont l'Ordonnance sur les aliments pour animaux (OSALA), l'Ordonnance sur le Livre des aliments pour animaux (OLALA) et l'Ordonnance sur l'agriculture biologique.

Grâce à des inspections régulières et à des contrôles de produits, le COAA a une bonne vue d'ensemble sur le marché suisse des aliments pour animaux. Le COAA enregistre et agréée les entreprises qui produisent, importent, transportent, stockent ou commercialisent des aliments pour animaux (art. 47 et 48 OSALA). Il inspecte ces dernières et contrôle la mise en œuvre des exigences de la législation. En collaboration avec les douanes, il prélève des échantillons d'aliments pour animaux afin d'en contrôler la conformité. La planification des tâches s'effectue de manière basée sur les risques. Le COAA peut conduire des campagnes spécifiques relatives à un type d'entreprise ou à une catégorie de produits. Celles-ci peuvent être consécutives à une annonce du système européen d'alerte rapide RASFF. Dans ces cas-là, ou lors de doutes, des mesures spécifiques sont prises afin d'assurer une bonne mise en œuvre.

Objectifs et questions de recherche

Les objectifs sont les suivants:

1. Enregistrer et agréer les entreprises actives dans le secteur des aliments pour animaux.
2. Contrôler la mise en oeuvre des exigences relatives aux entreprises par des inspections régulières.

3. Contribuer à la protection de la santé des humains, des animaux ainsi que celle de l'environnement par des analyses effectuées sur les aliments produits et commercialisés.
4. Contribuer à la protection contre les fraudes par des contrôles effectués sur les aliments produits et commercialisés, aussi dans le domaine bio.
5. Faciliter le commerce international en établissant des certificats pour l'exportation d'aliments pour animaux.
6. Evaluer la valeur énergétique des aliments pour animaux importés afin de déterminer s'ils peuvent bénéficier d'un allègement douanier.
7. Sanctionner les infractions contre la législation.
8. Informer les autorités responsables et le public.
9. Soutenir l'OFAG (et l'OSAV) dans la mise en œuvre des exigences légales, voire dans l'établissement des bases légales.
10. Collaborer activement au réseau international (contacts, RASFF, etc.)

Contribution concrète au CSR n° 9 (décrire en quelques phrases la contribution concrète et les nouvelles connaissances relatives au CSR, en précisant clairement le lien thématique avec les questions de recherche formulées dans le CSR)

Par son activité de contrôle du respect des exigences légales en matière d'alimentation des animaux, le COAA contribue activement à la sécurité des denrées alimentaires.

Contribution à max 3 autres CSR (décrire en quelques phrases la contribution concrète relative aux questions de recherche formulées dans le CSR)

au CSR n° ---

Utilité principale pour l'agriculture biologique (dans le cas d'une contribution, la décrire concrètement en quelques phrases)

Etant aussi responsable de l'application de la législation spécifique bio pour les aliments pour animaux, le COAA apporte une contribution directe à l'agriculture biologique.

Matériel et méthodes (description sommaire)

Pour effectuer le mandat, le COAA dispose d'un programme („AFK-Tool“) interne basé sur Access, dans lequel les données des entreprises et des inspections effectuées sont consignées. Les inspections sont effectuées de manière inopinée. En ce qui concerne les contrôles d'entreprise, une planification basée sur les risques est faite en se basant sur des critères statiques et dynamiques, mais l'actualité (annonces internationales, suspicions, nouveaux enregistrements, etc.) joue aussi un rôle important. Le COAA veille cependant à garder une pression réelle sur les entreprises de fabrication afin de ne pas donner de signal de « relâchement ». Les contrôles portent aussi bien sur le domaine des aliments pour animaux de rente que sur celui des animaux de compagnie (limité aux chiens et chats). Par contre, bien que cet aspect du COAA soit celui qui suscite le plus d'intérêt dans le public, les contrôles des aliments pour animaux de compagnie ne représentent que 10% des échantillons prélevés et analysés.

Pour planifier le contrôle des produits, des catégories d'aliments ont été définies et le COAA s'efforce de prélever des échantillons d'aliments en fonction de l'importance (quantité) et de l'impact d'une infraction. Les inspecteurs ne peuvent toutefois que prélever des échantillons des aliments disponibles lors des contrôles. D'entente avec l'entreprise, les échantillons prélevés sont dans la quasi-totalité des cas des échantillons simples. Ils sont enregistrés dans le système de gestion de laboratoire LIMS de Agroscope Posieux puis analysés dans les laboratoires d'Agroscope. Les méthodes d'analyse sont décrites par ce dernier. Si Agroscope ne dispose pas de méthode ou de capacité pour effectuer l'analyse, celle-ci est sous-traitée à un laboratoire accrédité. En cas d'infraction ou de nouveau prélèvement pouvant donner lieu à une procédure, les méthodes d'échantillonnage selon l'annexe 9 de l'Ordonnance sur le Livre des aliments pour animaux (OLALA, RS 916.307.1) sont appliquées.

Les analyses portent sur des paramètres de « qualité » et de « sécurité ». Les analyses de qualité consistent en un contrôle des fraudes : Les informations figurant sur les étiquettes correspondent-elles aux éléments analysés et les tolérances légales en matière de teneurs sont-elles respectées ? Les analyses de sécurité consistent en un contrôle de l'absence de contaminants ou de substances indésirables (listées dans l'annexe 10 de l'OLALA). Le COAA accorde toujours plus d'importance aux paramètres de sécurité, c'est pourquoi, depuis la première planification (esquisse), qui comptait 2'481 jours, on est passés à 2'414 jours (adaptation de 180 à 170 JT pour les collaborateurs du COAA) puis à 2'303 jours en 2018, 2'253 jours en 2019 et 2244 jours dès 2020, ce qui correspond à une diminution progressive de la demande en analyses de qualité. Ceci est aussi facilité grâce à la mise en place de nouvelles méthodes d'analyses, plus rapides et plus performantes.

Les infractions sont sanctionnées selon la Loi sur l'agriculture (art. 169) et des émoluments sont prélevés, en conformité avec l'Ordonnance sur les émoluments perçus par l'Office fédéral de l'agriculture OFAG (OEol-OFAG, RS 910.11). Les infractions graves font l'objet d'une décision (Verfügung) et si nécessaire, une plainte pénale est déposée. Tous les éléments des inspections sont consignés dans le système et font l'objet d'un rapport envoyé à l'entreprise.

Bibliographie (toutes dernières connaissances / ne citer que quelques publications propres et étrangères scientifiques et axées sur la pratique)

- Contrôle officiel des aliments pour animaux en Suisse, compétences et concept de contrôle ; Unité fédérale pour la filière alimentaire UFAL, novembre 2013 (voir <https://www.blv.admin.ch/blv/fr/home/das-blv/organisation/blk/nationaler-kontrollplan.html>);
- Le Contrôle officiel des aliments pour animaux - Rapports annuels détaillés ; Agroscope (voir <https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/fr/home/themes/animaux-rente/aliments-animaux/controle-des-aliments-pour-animaux.html>);
- Guide pour l'étiquetage des aliments pour animaux de rente, Agroscope, septembre 2016 et
- Guide pour l'étiquetage des aliments pour animaux de compagnie, Agroscope, septembre 2012 (voir <https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/fr/home/themes/animaux-rente/aliments-animaux/controle-des-aliments-pour-animaux/declarations.html>);
- Le HACCP dans les entreprises du secteur de l'alimentation animale, Guide pour la création et la mise en œuvre des concepts, Agroscope, juillet 2014 (voir <https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/fr/home/themes/animaux-rente/aliments-animaux/controle-des-aliments-pour-animaux/haccp.html>).

Teaser et résumé succinct du projet pour la communication/Internet
(Teaser: max. 400 caractères; résumé succinct: max. 800 caractères, espaces inclus)

**Premier contrôle au long de la chaîne alimentaire, le « contrôle officiel des aliments pour animaux » s'assure que les animaux ne consomment que des produits sains et conformes.
Il contribue ainsi à protéger la santé des humains et des animaux ainsi que l'environnement.**

Le groupe de recherche Aliments pour animaux est en charge du contrôle officiel des aliments pour animaux, sur mandat de l'Office fédéral de l'agriculture OFAG.

Comme premier contrôle au long de la chaîne alimentaire, le « contrôle officiel des aliments pour animaux » s'assure que les fabricants et les commerçants d'aliments pour animaux travaillent conformément aux exigences légales. Le groupe de recherche attribue l'enregistrement ou l'agrément aux entreprises qui produisent ou commercialisent des aliments pour animaux, il y effectue des inspections régulières et fait analyser les aliments. Il garantit ainsi que les aliments sont sains et conformes et assure la protection contre les tromperies. Le groupe est aussi responsable de l'homologation de nouveaux produits destinés à l'alimentation animale. Ses activités servent ainsi à protéger la santé des humains et des animaux ainsi que l'environnement.

Approbation du projet

Date:	09-08-2017	Visa R GR:	gemi
Date:	00-00-2017	Visa R DR / R DC:	slwa
Date:	00-00-2017	Visa R CSR:	a.i. drda



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.09.18.04.02

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Challenge Tests Fleisch

Nr. Bereich.

18

Mikrobielle Systeme von Lebensmitteln

Nr. Gruppe

18.4

Risikoabschätzung und Risikominderung

Projektleitung/Stellvertretung

Livia Schwendimann / Helena Stoffers

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	1468
Beitrag zu SFF	9
Beitrag zu weitem SFF	8, 10

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	8.9, 11.1, 11.3, 11.4, 11.5
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Challenge-Tests zur Erhöhung der Lebensmittelsicherheit von Fleischerzeugnissen

Challenge Tests Fleischerzeugnisse

Challenge Tests with Meat Products

foodborne pathogens, meat products, raw sausage, challenge-test

Ausgangslage und Problemstellung

Mit Forschungsergebnissen, Challenge-Tests, Erhebungen und risikobasierten Empfehlungen unterstützt Agroscope die Sicherheit von Fleischerzeugnissen massgebend und damit auch deren Exportfähigkeit. Andererseits wird durch die Untersuchung von Fleischerzeugnissen der Eintrag und die Verbreitung von Antibiotikaresistenzen und Persistenzen entlang der Wertschöpfungskette erfasst und evaluiert.

Im Jahr 2014 wurde der Ausbau der Kompetenzen im Bereich Lebensmittelsicherheit von Fleisch beschlossen. Infolgedessen wurde ein Konzept für den Aufbau des Arbeitsgebiets erstellt. Dieses zeigt basierend auf Interviews die verschiedenen Bedürfnisse von Gewerbe, Behörden, Verbänden, Forschung und Bildung im Bereich Lebensmittelsicherheit von Fleischerzeugnissen auf. Es besteht eine klare Nachfrage bezüglich der Erhebung von Prävalenzdaten, dem Einfluss von verschiedenen Prozessparametern und Massnahmen zur Haltbarkeitsverlängerung auf das Wachstum und Vorhandensein von pathogenen Bakterien und der Bedeutung von antibiotikaresistenten Keimen. Der Einfluss von Prozessparametern kann mit Challenge-Tests ermittelt werden. Ab voraussichtlich 2020 sind solche Versuche in den Laboratorien und Pilot-Plants BSL-2 und 3 für Milchprodukte und Fleischerzeugnisse im Neubau in Posieux durchführbar. Bis dahin müssen zahlreiche Vorarbeiten stattfinden um Prävalenzdaten zu erheben, sogenannte „Wildstämme“ zu sammeln und Versuchsabläufe mit Hilfe von apathogenen Organismen zu optimieren.

Ziele und Forschungsfragen

- Erhebung und Auswertung von Daten zur aktuellen Situation der Lebensmittelsicherheit von Fleischerzeugnissen in der Schweiz: Gegenwärtig sind nur wenige gut fundierte öffentliche Statistiken vorhanden. Einige vorhandene Daten (ABZ Spiez, Kantonschemiker) sind lückenhaft und werden zurzeit nicht systematisch ausgewertet. Ziel ist es, diese Daten zu sammeln und auszuwerten. Die Datenlücken, die nach Ansicht der Experten bestehen, werden mit eigenen Analysen geschlossen. Dazu werden Proben durch Agroscope gesammelt und analysiert. Diese werden auch dazu

- beitragen, eine Sammlung von Wildstämmen (siehe unten) anzulegen. Zu beobachtende Organismen sind v.a. *Listeria* spp., EHEC, *Salmonella* spp., *Yersinia* spp. und Viren (Hepatitis E).
- Sammlung und Typisierung von pathogenen, teilweise antibiotikaresistenten Wildstämmen: Für die Durchführung von Challenge-Tests im BSL3 Pilot Plant (ab 2020), werden Wildstämme aus Fleischerzeugnissen benötigt. Diese Stämme sind in der Agroscope-Stammsammlung noch nicht vorhanden. Ziel dieses Projektteils ist es, durch selbst gesammelte Stämme oder Stämme von Partnern (z.B. Kantonschemiker) eine Stammsammlung von Wildstämmen aufzubauen.
 - Challenge-Tests sind notwendig zur Ermittlung des Verhaltens von pathogenen Keimen während der Herstellung und Lagerung von Fleischerzeugnissen unter realitätsnahen Bedingungen. Da Challenge-Tests eine entsprechende Infrastruktur benötigen, sind sie erst mit dem Bau des BSL3 Pilot Plant (ab 2020) möglich. In der Zwischenzeit müssen jedoch Abklärungen zur Vergleichbarkeit von Resultaten im Pilot- oder Labormassstab mit der Industrie getroffen und Kompetenzen zur Durchführung von Challenge-Tests erarbeitet werden. Diese Kompetenzen können mit apathogenen Keimen oder in Zusammenarbeit mit ausländischen Instituten wie Mitec (D) und Nofima (No) erworben werden.
 - Vorbereitungen zur Entwicklung von Schutzkulturen zur Herstellung von Fleischprodukte
 - Auswertung und Testen von neuartigen Technologien zur Haltbarmachung (z.B. EBEAM)
 - Der Einfluss der Reduktion von Salz, Zusatzstoffen und weiteren Zutaten auf die Lebensmittelsicherheit von Fleischerzeugnissen ist weitgehend unbekannt und soll untersucht werden.
 - Der Einfluss der Brühparameter auf die Sicherheit und Qualität von Brühwurstwaren („Kerntemperatur“) soll untersucht, die entscheidenden Faktoren bestimmt und Handlungsempfehlungen der Branche kommuniziert werden.
 - Der Einfluss von Biofilmen bei Aufschnittmaschinen soll untersucht werden

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 9 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

- Programm zum Vorkommen von bekannten und neuen pathogenen Keimen
- Bereitstellen von Monitoringdaten zu bestehenden und neuen pathogenen sowie antibiotikaresistenten Keimen und toxischen oder sonst unerwünschten Substanzen
- Ableiten von Massnahmen zur Reduktion beim Eintrag und der Verbreitung von Antibiotikaresistenzen (ABR)
- Generieren von wissenschaftlichen Daten aus Challenge-Tests zur Beurteilung bestehender und neuer mikrobieller Risiken bei Pathogenen, ABR und Viren
- Massnahmen zur Reduktion von pathogenen Mikroorganismen in und auf Fleischerzeugnissen und Erarbeiten von Empfehlungen zur Anpassung von Sicherheitskonzepten in Produktion, Verarbeitung und Vertrieb
- Reduktion von pathogenen Mikroorganismen und deren Toxine in und auf Fleischerzeugnissen durch neuartige Technologien und Schutzkulturen
- Zusammenarbeit mit den Projekten 18.01.01 „ebeam“, 18.03.03 „Biopréservation“, 18.04.01 „LmS Milchprodukte“, 18.04.03 „Antibiotika-haltige Milch“, 18.07.01 „Resistomentwicklung“ und 18.07.02 „Staph. aureus“ in ergänzenden Fragestellungen

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 8: Nutzung neuer Organismeninteraktionen bei Fleischerzeugnissen für die Ökosysteme der Land- und Ernährungswirtschaft zur Steigerung der Nachhaltigkeit, Sicherheit und Wettbewerbsfähigkeit entlang der gesamten Wertschöpfungskette (Pathogene, Destruenten, Antagonisten, (Schutz)-Kulturen, ...) Beschreibung

zu SFF Nr. 10: Ableiten von Massnahmen zur Minimierung von Verlusten (Food-Loss) und zur Verarbeitung von Nebenprodukten (By-Products)

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Ein Teil der untersuchten Proben stammen aus der Bioproduktion, die erarbeiteten Erkenntnisse können auch für den Biolandbau verwendet werden.

Material und Methoden (grob skizziert)

Praktische Versuche (Herstellung von Fleischerzeugnissen) in Zusammenarbeit mit dem ABZ Spiez, der Industrie oder in-house; Untersuchung von verschiedenen Fleischerzeugnissen auf Pathogene und Antibiotikaresistenzen; chemische und physikalische Untersuchungen; statistische Auswertung der Daten; Literaturstudien

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Holm, E. S., Schäfer, A., Koch, A. G. & Petersen, M. A. (2013). Investigation of spoilage in saveloy samples inoculated with four potential spoilage bacteria. *Meat Science* 93, 687-695. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.11.016>

- Jahan, M., Krause, D. O., & Holley, R. A. (2013). Antimicrobial resistance of Enterococcus species from meat and fermented meat products isolated by a PCR-based rapid screening method. *Int J Food Microbiol*, 163(2-3), 89-95. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2013.02.017
- Lahti, E., Johansson, T., Honkanen-Buzalski, T., Hill, P., & Nurmi, E. (2001). Survival and detection of Escherichia coli O157:H7 and Listeria monocytogenes during the manufacture of dry sausage using two different starter cultures. *Food Microbiology*, 18(1), 75-85. doi:10.1006/fmic.2000.0373
- Lewis, H. C., Wichmann, O., & Duizer, E. (2010). Transmission routes and risk factors for autochthonous hepatitis E virus infection in Europe: a systematic review. *Epidemiol Infect*, 138(2), 145-166. doi:10.1017/S0950268809990847
- Mataragas, M., Rantsioua, K., Alessandria, V., & Cocolin, L. (2015). Estimating the non-thermal inactivation of Listeria monocytogenes in fermented sausages relative to temperature, pH and water activity. *Meat Sci*, 100, 171-178. doi:10.1016/j.meatsci.2014.10.016
- Schwendimann, L., Imhof, R., Berger, T. (2016). Biosafety level 3 pilot plant – a facility improving the safety of food production. *FoodMicro* 2016

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Mit Forschungsergebnissen, praxisbezogenen Challenge-Tests, mikrobiologischen Erhebungen und risikobasierten Empfehlungen unterstützt Agroscope die Sicherheit von Fleischerzeugnissen massgebend und damit auch deren Exportfähigkeit. Die Verbreitung von Antibiotikaresistenzen und Persistenzen entlang der Wertschöpfungskette werden durch die Untersuchung von Fleischerzeugnissen erfasst und evaluiert.

Zurzeit ist die aktuelle Datenlage für die Prävalenz von pathogenen und antibiotikaresistenten Keimen in Fleischerzeugnissen lückenhaft. Ebenfalls ist wenig bekannt über die Überlebensfähigkeit von pathogenen Bakterien und Viren während des Herstellungsprozesses von Rohfleischwaren. Dies soll nun geändert werden. Mittels der Resultate aus der Prävalenzstudie, soll herausgefunden werden, wo Wissenslücken bestehen und diese mittels Praxisversuchen und Forschung erforscht werden. Ein wichtiger Teil davon werden die so genannten Challenge-Tests im geplanten BSL3 Pilot Plant sein. Erst die Challenge Tests werden es ermöglichen, wichtige Forschungsfragen auch im internationalen Umfeld zu beantworten. Durch diese Tätigkeiten unterstützt Agroscope die Sicherheit von Fleischerzeugnissen massgebend und damit ihre Exportfähigkeit.

Genehmigung des Projektes

Datum: 06.09.17	Visum FGL: beth
Datum: 02.10.2017	Visum FBL / KBL: a.i.waba
Datum: 25.10.2017	Visum V SFF: a.i. drda



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.09.18.01.01

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

DisinfectionAgriFood

Nr. Bereich.

18

Mikrobielle Systeme von Lebensmitteln

Nr. Gruppe

18.1

Mikrobiologie pflanzlicher Lebensmittel

Projektleitung/Stellvertretung

N.N. / David Drissner

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	1544
Beitrag zu SFF	9
Beitrag zu weitem SFF	10

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	9.24, 9.34, 11.15, 12.27, 13.106, 18.172, 21.5
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Entwicklung und Anwendung einer Prozesstechnologie mit nieder-energetischen, beschleunigten Elektronen als innovatives Verfahren zur Desinfektion im Agro-Food-Bereich

Elektronen-basierte Prozesstechnologie

Development and application of electron-based process technology for disinfection applications in the agro-food environment

Electrons, pathogens, food, seeds, packaging

Ausgangslage und Problemstellung

Um die mikrobiologische Sicherheit von Lebensmitteln zu erhöhen, besteht aktuell die Notwendigkeit der Verbesserung der Keimzahlerniedrigung von pathogenen und antibiotikaresistenten Keimen auf diversen Produkten. Diese Keime können in Biofilmen über lange Zeit überdauern und zu Rekontaminationen in der Produktion und Verarbeitung führen. Biofilme und persistente Bakterien haben negative Auswirkungen auf die Lebensmittelsicherheit, führen zu Ineffizienz herkömmlicher Desinfektionsverfahren sowie ökonomischen Verlusten in den Betrieben. Lebensmittel sollen möglichst frei von gesundheitsgefährdenden Keimen sein. Bis heute gelten Wasserdampf- und Heissluft oder auf chemischen Mitteln basierte Technologien als Standardlösungen in der Land- und Ernährungswirtschaft und vielfältige Alternativen hierzu werden in der Grundlagenforschung untersucht. Eine vielversprechende Technologie nutzt niederenergetische, beschleunigte Elektronen mit begrenzter und einstellbarer Eindringtiefe. Solch niederenergetische Elektronen erzeugen primäre Wirkung im Produkt bzw. im Pathogen, aber auch sekundäre Effekte (z.B. Bildung eines Plasmas), die in der Summe eine hohe Wirksamkeit erzielen. Die Technologie zeichnet sich durch kurze Behandlungszeiten aus und arbeitet chemikalien- und rückstandsfrei. Schon heute wird die Technologie erfolgreich bei der Sterilisation von Lebensmittel- sowie Medikamentenverpackungen eingesetzt. Die Technologie besitzt ein hohes Potential, um die Sicherheit von Lebens- und Futtermitteln sowie Saatgut zu verbessern sowie durch ihre bis zu zehnfach höhere Energie- und Kosteneffizienz im Vergleich zu konventionellen Behandlungen einen Beitrag zur Nachhaltigkeit in der Agrar- und Ernährungswirtschaft zu leisten.

Ziele und Forschungsfragen

Im Projekt wird die Wirksamkeit der Elektronen-basierten Technologie zur Keimreduktion auf ausgewählten Lebensmitteln sowie Saatgut geprüft und ihre Anwendbarkeit für die agrar- und ernährungswirtschaftliche Praxis getestet. Folgende Forschungsfragen werden bearbeitet:

- 1) Welche relevanten Pathogene können mittels Elektronen-basierter Prozesstechnologie im Modellsystem und auf natürlichen Substraten inaktiviert werden? Wie gross ist die Keimreduktion (Dosis/Wirkungsbeziehungen)
 - Behandlung von Samen für die Sprossenproduktion (Alfalfa, Mungo, Linsen, Rettich, Zwiebel) und Test der Wirksamkeit gegen *E. coli*, *Salmonella enterica*, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus*.
 - Behandlung von Saatgut für den Ackerbau (z.B. Getreide, Mais, Gemüse) zur Eliminierung von samenbürtigen Pathogenen
- 2) Können sporenbildende Mikroorganismen, zum Beispiel *Bacillus cereus* oder sporenbildende, mykotoxin-produzierende Pilze inaktiviert werden?
- 3) Wie ist die Wirksamkeit gegen resistente Pilze und Bakterien, inkl. thermotolerante Arten
- 4) Wie wirkt die Elektronen-basierte Prozesstechnologie auf natürlicherweise vorkommende bakterielle Kontaminationen?
- 5) Wie ist die Pflanzenverträglichkeit der Elektronen-basierten Prozesstechnologie (*in vitro* Untersuchungen unter optimalen Temperatur- und Lichtverhältnissen zur Keimlingsentwicklung und Vitalität der behandelten Samen nach den international gültigen ISTA-Vorschriften).
- 6) Gibt es einen Einfluss auf die Qualität der Elektronen-behandelten Substrate (flüchtige Substanzen, Oxidation, Farbe, Vitamine, Mineralien)?
- 7) Wirkt eine Elektronen-basierte Prozesstechnologie gegen Biofilme welche in der Lebensmittelproduktion eine immer grössere Herausforderung darstellen?
- 8) Einsatz der Elektronen-basierten Prozesstechnologie zur Verbesserung der Lebensmittelsicherheit bei Milch- und Fleischprodukten (Schnittwaren, Oberflächen, Verpackung)
- 9) Können Mikroorganismen Resistenzen gegenüber der Elektronenbehandlung ausbilden?

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 9 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Die Arbeiten innerhalb dieses Projektes haben eine hohe Relevanz für das SFF 9. Das weltweite Problem zunehmender Resistenzen bei Mikroorganismen gegenüber antimikrobiell wirksamen Substanzen führt dazu, dass Antibiotika in der Human- und Tiermedizin ihre Wirksamkeit verlieren und chemische Desinfektionsmittel in der Agrar- und Ernährungswirtschaft weniger effizient sind. Die zunehmende Toleranz von Bakterien gegen Hitzebehandlungen (Thermotoleranz) trägt zur Verschärfung dieser Problematik bei.

Die WHO betrachtet Resistenzen als eines der grössten Gefahren für die menschliche Gesundheit in den nächsten Jahrzehnten. Sie sind aber nicht nur auf Bakterien bei Mensch und Tier beschränkt, sondern finden sich auch auf Lebensmitteln und ihrem Produktionsumfeld.

Auch treten neue pathogene und/oder persistente Keime auf (z.B. hitzeresistente *E. coli* in der Milchwirtschaft oder multiresistente *E. coli* und Enterokokken auf pflanzlichen Lebensmitteln). Sie erfordern die Entwicklung neuer Inaktivierungs- und haltbarkeitsverlängernder Verfahren für den Agro-Food Bereich, die nicht mit der Entwicklung von Resistenzen einhergehen. Hier kann die Elektronen-basierte Prozesstechnologie einen Beitrag leisten, um Resistenzbildungen nachhaltig zu reduzieren. Zudem fordern Gesellschaft und Politik für die Zukunft eine nachhaltigere und ressourcenschonendere Produktion von Lebensmitteln in der Schweiz, mit dem Ziel, deren Absatz auf den Märkten zu verbessern und die Wettbewerbsfähigkeit der Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft zu steigern.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 10: Die Qualität eines Lebensmittels oder landwirtschaftlichen Produktes umfasst heute auch Aspekte wie die Sicherheit, den Preis, die Herstellungspraxis, oder die Nachhaltigkeit. In zunehmendem Mass erwartet die Gesellschaft von einer nachhaltigen Produktionsweise, dass mit geringerem oder ohne Einsatz von synthetischen Pflanzenschutzmitteln, von Antibiotika oder/und anderer synthetischer Zusatzstoffe produziert wird. Die Elektronen-basierte Prozesstechnologie kann den Aufbau von neuen Wertschöpfungsketten unterstützen und zur Entwicklung von Produkten mit hohen Qualitätsansprüchen beitragen. Zudem versprechen künftige Anwendungen eine gesteigerte Produktivität, indem Verluste minimiert werden oder Nebenprodukte verarbeitet werden können. Zwischen der Lebensmittelqualität und der Lebensmittelsicherheit besteht eine starke gegenseitige Abhängigkeit und deshalb ist eine Vernetzung mit dem SFF 10 von Bedeutung.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Die Elektronen-basierte Prozesstechnologie stellt eine vielversprechende, effiziente und nachhaltige Alternative nicht nur für die konventionelle, sondern auch für die ökologische Landwirtschaft dar. Die umweltfreundliche und zugleich wirtschaftliche und hochwirksame Anwendung konnte jüngst in der Verpackungsindustrie erfolgreich etabliert werden.

Im Vergleich zu herkömmlichen Desinfektionsmethoden, welche auf Hitzebehandlung (feucht bzw. trocken) oder chemischen Mitteln basieren, zeichnet sich die Technologie durch eine ressourcen- und klimaschonende Funktionsweise aus. Es wird kein Wasser verbraucht, der Energiebedarf ist signifikant reduziert und es besteht keine Rückstandsproblematik von Chemikalien in der Umwelt. Aufgrund ihres rückstandsfreien Wirkmechanismus gelangen keine Chemikalien oder Fremdstoffe in den Boden, in die Umwelt und auf die Lebensmittel, was von wesentlichem Nutzen für den Umwelt- und Verbraucherschutz ist.

Material und Methoden (grob skizziert)

- Experimente basieren auf dem in der FG etablierten Modellsystem (Filter, Bakteriensuspensionen)
- Durchführung der Experimente im BSL2 EBLab, Labor 3, Inkubation der Filter auf diversen Medien, Auszählen von Kolonien, Berechnung von D-Werten, Inaktivierungskinetiken
- Behandlung von Samen für die Sprossenproduktion (Alfalfa, Mungo, Linsen, Rettich, Zwiebel) und Test der Wirksamkeit gegen inokulierte Organismen (vegetative Zellen, sporenbildende Mikroorganismen, inkl. Pilzsporen)
- Prüfung der Pflanzenverträglichkeit nach international gültigen ISTA-Vorschriften

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Brown, D. (2015). Integrating electron beam equipment into food processing facilities: strategies and design considerations. In *Electron Beam Pasteurization and Complementary Food Processing Technologies*, chapter 3, pages 27–46. Woodhead Publishing Limited.
- Calado, T., Venâncio, A., and Abrunhosa, L. (2014). Irradiation for Mold and Mycotoxin Control: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 13(5):1049–1061.
- Miller, A., Helt-Hansen, J., Gondim, O., and Tallentire, A. (2017). Guide on the use of low energy electron beams for microbiological decontamination of surfaces. London: Panel on Gamma and Electron Irradiation. Technical report, DTU.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet (Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Entwicklung und Prüfung der niederenergetischen Elektronentechnologie als innovatives Verfahren für Desinfektionsprozesse im Agro-Food Bereich

Es ist das Ziel dieses Projektes, die Ebeam-Technologie für innovative Desinfektionsanwendungen im Agro-Food Bereich zu etablieren und gemeinsam mit Industriepartnern, der Branche und Praxisbetrieben ein innovatives Verfahren bis zur Produktreife zu entwickeln. Die Technologie stellt eine effiziente und nachhaltige Alternative zu herkömmlichen Desinfektionsverfahren dar.

Genehmigung des Projektes

Datum: 20.08.2017	Visum FGL: drda
Datum: 31.10.2017	Visum FBL / KBL: a.i.waba
Datum: 25.10.2017	Visum V SFF: a.i. drda



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.09.18.01.02

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

SafetyPlantFoods

Nr. Bereich.

18

Mikrobielle Systeme von Lebensmitteln

Nr. Gruppe

18.1

Mikrobiologie pflanzlicher Lebensmittel

Projektleitung/Stellvertretung

David Drissner / N.N.

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	1260
Beitrag zu SFF	9
Beitrag zu weitem SFF	6

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	2.18, 2.46, 9.24, 9.33, 12.27, 13.102, 13.105, 13.107, 18.180, 21.1, 21.2, 21.3, 21.4, 21.6, 21.7, 21.8, 21.9, 21.10, 21.11, 21.14, 23.44
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Interaktion humanpathogener und antibiotikaresistenter Bakterien mit pflanzlichen Lebensmitteln

Interaktion von Pflanzen mit humanpathogenen und resistenten Bakterien

Interaction of human pathogens and antibiotic resistant bacteria with plant foods

human pathogens, resistances, plant foods, production environment

Ausgangslage und Problemstellung

Pflanzliche Frischprodukte spielen in der Ernährung eine wichtige Rolle und tragen wesentlich zur Gesundheit bei. Sie haben darüber hinaus einen hohen ökonomischen Wert für landwirtschaftliche Betriebe sowie für Unternehmen in der Verarbeitung und im Handel. Krankheitsausbrüche, hervorgerufen durch pathogene und antibiotikaresistente Bakterien, welche über den Verzehr von pflanzlichen Frischprodukten aufgenommen wurden, kommen weltweit immer häufiger vor. Sie müssen einerseits möglichst früh erkannt werden – hierzu bedarf es weiterer methodischer Entwicklungen. Andererseits müssen Wissenslücken geschlossen werden, hinsichtlich Umweltquellen der Erreger, Übertragungswege auf die pflanzlichen Lebensmittel, Anhaftung, Internalisierung und Persistenz, um Präventionsmassnahmen für die Agrar- und Ernährungswirtschaft entwickeln zu können, welche letztlich Ausbrüche verhindern. Die Bedeutung von Biofilmbildungseigenschaften genannter Bakterien für die Anhaftung und Persistenz auf pflanzlichen Lebensmitteln ist heute nur unzureichend geklärt und soll deshalb in diesem Projekt ebenso untersucht werden. Dieses Projekt soll dazu beitragen, die genannten relevanten Forschungslücken zu schliessen.

Aktuelle Studien deuten darauf hin, dass klinisch bedeutsame Antibiotikaresistenzen ihren Ursprung in der Umwelt haben. Boden, Oberflächengewässer und landwirtschaftlich genutzte organische Dünger enthalten eine Vielzahl an antibiotikaresistenten Bakterien. Die Resistenzübertragung aus der Umwelt auf den Menschen erfolgt vermutlich über Lebensmittel. Bisher ist nur wenig darüber bekannt, wie Antibiotikaresistenzen aus den genannten Umweltquellen auf pflanzliche Lebensmittel übertragen werden. Wir untersuchen in diesem Projekt welche Resistenzen und Bakterien aus dem Boden, aus Bewässerungswasser und Dünger während des Wachstums von Salatpflanzen bis zur Ernte auf diese übertragen werden.

Die Sicherheit von pflanzlichen Lebensmitteln kann sich entlang der Prozesskette vom Feldanbau hin zum Konsumenten stark verändern. Um den hohen Standard von Schweizer Frischprodukten zu erhalten ist es wichtig, auch über geeignete Analyseverfahren zur schnellen und zuverlässigen Detektion mikrobieller Kontaminanten, beispielsweise STEC oder *Listeria monocytogenes* zu verfügen. Unter diesem Aspekt sollen auch Viren berücksichtigt werden. Sie sind epidemiologischen Studien zufolge für mehr als 20% der durch kontaminierte, pflanzliche Frischprodukte ausgelösten Ausbrüche, verantwortlich.

Ziele und Forschungsfragen

Im Projekt wird das Vorkommen von humanpathogenen, biofilmbildenden und antibiotikaresistenten Bakterien in Lebensmitteln pflanzlicher Herkunft und deren Produktionsumfeld (Boden, Wasser, Dünger) untersucht. Folgende Forschungsfragen werden bearbeitet:

1. Welche humanpathogenen und antibiotikaresistenten Bakterien und Resistenzgene kommen in der pflanzlichen Lebensmittelkette vor, welches sind die Quellen in der Umwelt und wie werden sie auf die Lebensmittel übertragen?
2. In welchem Ausmass geschieht die Übertragung und welche Resistenzen überdauern?
3. Welche mobilen, genetischen Elementen, die die Resistenzübertragung zwischen verschiedenen Bakterien ermöglichen, kommen vor und wie sind diese charakterisiert?
4. Welche genetischen Faktoren steuern die Anhaftung und die Internalisierung von Pathogenen (Schwerpunkt EHEC) bei pflanzlichen Produkten?
5. Besteht ein Zusammenhang zwischen dem Biofilmbildungspotential von Stämmen und ihrer Anhaftung und Persistenz im Lebensmittel
6. Welche Rolle spielen bisher nicht berücksichtigte biotische Faktoren (Schwerpunkt Protisten) bei der Verbreitung und Persistenz von Humanpathogenen (Schwerpunkt Listerien) auf pflanzlichen Lebensmitteln
7. Welche Präventionsmassnahmen sind wirksam und können der Praxis empfohlen werden, um Risiken der Kontamination von Frischprodukten mit pathogenen und antibiotikaresistenten Bakterien sowie deren Virulenz und Persistenz zu minimieren?

Wie können bestehende und neue pathogene sowie antibiotikaresistente Keime sowie relevante Viren schneller und zuverlässiger detektiert werden und wie können neu entwickelte Methoden in die Sicherheitskonzepte in der Produktion, Verarbeitung implementiert werden?

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 9 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Die Arbeiten innerhalb dieses Projektes haben eine hohe Relevanz für das SFF 9. Sie liefern neue wissenschaftliche Daten zu potenziellen Reservoirs von pathogenen und antibiotikaresistenten Bakterien und deren Übertragung an den Schnittstellen von Boden, Dünger, Bewässerungswasser und Pflanze im Anbau pflanzlicher Frischprodukte. Insbesondere werden auch nicht-pathogene oder fakultativ pathogene Keime berücksichtigt, welche als Drehscheibe für den Transfer von Resistenzgenen auf pathogene Erreger fungieren können. Die Ökologie dieser Bakterien wird studiert, da die Transferraten von Resistenzen von Faktoren wie Biofilmbildung, Überlebensmöglichkeit in der Umwelt und in der Lebensmittelproduktion abhängen.

Die Ergebnisse dienen der Entwicklung von Empfehlungen und Massnahmen für die landwirtschaftliche Praxis, von Monitoringprogrammen und behördlichen Richtlinien, um Antibiotikaresistenzen in der Umwelt und Landwirtschaft sowie die Übertragung auf die Lebensmittelkette nachhaltig zu reduzieren. Durch Kooperationen im Rahmen des NFP72 können die gesundheitlichen Risiken im Zusammenhang mit dem Auftreten von antibiotikaresistenten Bakterien mittels Risikoanalysen quantifiziert werden.

Das Projekt ist eng vernetzt in der StAR Strategie des Bundes, im NFP72, mit relevanten Bundesämtern (BLW, BLV, BAG, BAFU), Forschungsgruppen innerhalb von Agroscope, mit weiteren nationalen und internationalen Forschungspartnern und verfolgt den disziplinenübergreifenden One-Health-Ansatz, der aktuell in der internationalen Forschung sowie von der WHO zu diesem Themenumfeld als wegweisend betrachtet wird.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 6: Aus dem One-Health-Ansatz hervorgehend, werden die Resultate dieses Projektes zur Übertragung von Humanpathogenen und Antibiotikaresistenzen aus landwirtschaftlichen Quellen und Umweltquellen auf Lebensmittel einen direkten Beitrag zum Themenumfeld „Tiergerechte Haltung und Tiergesundheit“ leisten.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Die im Biolandbau verwendeten organischen Dünger sowie die Ausbringung von Gülle aus der Rinder- und Schweinehaltung auf Grünland werden hinsichtlich des Vorkommens pathogener und antibiotikaresistenter Bakterien untersucht werden. Diese Dünger werden als potentielle Quellen für diese Keimgruppen in die Studien einfließen und eine Risikoabschätzung zu ihrer Anwendung wird basierend auf den Resultaten durchgeführt.

Material und Methoden (grob skizziert)

- Keimisolierung
- Keimidentifizierung, biochemisch und MALDI Biotyping
- Subtypisierung (Rep-PCR PFGE, MLST)
- Phänotypische AB-Resistenztests
- AB-Resistenz-Array
- stx-PCR
- Biofilmbildung (CV/Plate Assay)
- Biofilmbildung (Flow Assay)
- Pflanzenkultur im BSL2 Gewächshaus
- Sterile Pflanzenkultur
- Infektionsversuche mit Pflanzen

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- StAR Strategie Bund:
[https://www.bundespublikationen.admin.ch/cshop_bbl/b2c/start/\(citem=0024817F68691EE1B4AF0C6E78170EF0A0D3C100DD2F1EE59CE09660B52C40A2&care=0024817F68691EE1B4AF0C6E78170EF0\)/.do](https://www.bundespublikationen.admin.ch/cshop_bbl/b2c/start/(citem=0024817F68691EE1B4AF0C6E78170EF0A0D3C100DD2F1EE59CE09660B52C40A2&care=0024817F68691EE1B4AF0C6E78170EF0)/.do)
- Berendonk TU, Manaia CM, Merlin C, Fatta-Kassinos D, Cytryn E, Walsh F, Burgmann H, Sørum H, Norström M, Pons MN, Kreuzinger N, Huovinen P, Stefani S, Schwartz T, Kisand V, Baquero F,
- Martinez JL. 2015. Tackling antibiotic resistance: the environmental framework. Nat Rev Microbiol 13:310-317.
- Gekenidis M.-T., Gossin D., Schmelcher M., Schöner U., Remus-Emsermann M.N.P., Drissner D. 2017. Dynamics of culturable mesophilic bacterial communities of three fresh herbs and their production environment. Journal of Applied Microbiology, doi 10.1111/jam.13532.
- Thanner S., Drissner D., Walsh F. 2016. Antimicrobial resistance in agriculture. mBIO 7 e02227 02215.
- Czekalski N., Imminger S., Salhi E., Veljkovic M., Kleffel K., Drissner D., Hammes F., Bürgmann H., von Gunten U. 2016. Inactivation of antibiotic resistant bacteria and resistance genes by ozone: from laboratory experiments to full-scale wastewater treatment. Environmental Science & Technology 50: 11862–11871.
- Drissner D., Neuweiler R. 2017. Empfehlung zur Beurteilung der mikrobiologischen Qualität von Bewässerungswasser und Ernteprodukt im Salatanbau. Agroscope Merkblatt Nr. 61 / 2017, im Druck.
- Drissner D, Zuercher U. 2014. Microbial safety of fresh fruits and vegetables. In Motarjemi Y,
- Todd E, Moy G (ed), Encyclopedia of Food Safety. Elsevier, Oxford, United Kingdom.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet

(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Durch besseres Verständnis der Interaktion humanpathogener und antibiotikaresistenter Bakterien mit pflanzlichen Lebensmitteln einen Beitrag zum gesundheitlichen Verbraucherschutz leisten.

Jährlich sterben in der EU mehr als 25000 Menschen an Infektionen mit antibiotikaresistenten Bakterien. Studien deuten darauf hin, dass klinisch bedeutsame Antibiotikaresistenzen ihren Ursprung in der Umwelt haben. Boden, Oberflächengewässer und landwirtschaftlich genutzte organische Dünger enthalten eine Vielzahl an antibiotikaresistenten Bakterien. Bisher ist nur wenig darüber bekannt, wie Antibiotikaresistenzen aus den genannten Umweltquellen auf pflanzliche Lebensmittel übertragen werden. Wir untersuchen in diesem Projekt welche Resistenzen und Bakterien aus dem Boden, aus Bewässerungswasser und Dünger während des Wachstums von Salatpflanzen bis zur Ernte auf diese übertragen werden.

Genehmigung des Projektes

Datum: 31.08.2017	Visum FGL: drda
Datum: 31.10.2017	Visum FBL / KBL: a.i.waba
Datum: 25.10.2017	Visum V SFF: a.i. drda



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.09.18.04.01

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Dairy Food Safety

Nr. Bereich.

18 Mikrobielle System von Lebensmitteln

Nr. Gruppe

18.4 Risikoabschätzung und Risikominderung

Projektleitung/Stellvertretung

Thomas Berger / René Imhof

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	5220
Beitrag zu SFF	9
Beitrag zu weitem SFF	6, 10

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	SFF 9: 2.115, 2.116, 2.121, 8.7, 17.39, 17.43, 23.138, 23.139; SFF 6: [2.68], [17.54]; SFF 10: 13.197, 17.3
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Erhöhung der Lebensmittelsicherheit von Milchprodukten durch Prävalenzstudien, Challenge-Tests, Referenzanalytik und Risikopriorisierung

Lebensmittelsicherheit Milchprodukte

Food safety of milk products

food safety, National Reference Laboratory, milk, milk products, challenge-test, prevalence studies

Ausgangslage und Problemstellung

Ausgangslage:

Mit Forschungsergebnissen, Challenge-Tests, Erhebungen und risikobasierten Empfehlungen unterstützt Agroscope die Sicherheit von Milch und Milchprodukten massgebend, sichert deren Wertschöpfung und Exportfähigkeit. Als Nationales Referenzlabor für Milch und Milchprodukte (NRL MMP) leistet Agroscope einen Beitrag an die methodisch-wissenschaftliche Umsetzung des Lebensmittel- und Landwirtschaftsrechts in der Schweiz und der bilateralen Verträge mit der EU. Durch die Untersuchung von MMP wird der Eintrag und die Verbreitung von Antibiotikaresistenzen (ABR) und Persistenzen entlang der Wertschöpfungskette erfasst.

Nahrungsmittelbedingte Erkrankungen beim Menschen treten weltweit auf. Gewisse Erkrankungen sind, bedingt durch neue Erkenntnisse, die Veränderung der Eigenschaften des Erregers, die Klimaerwärmung und die Globalisierung, neu und im Vormarsch (emerging risks). Zu beachten sind auch chemische Verunreinigungen, Rückstände wie MOSH/MOAH und Verfälschungen. Im Vordergrund stehen mikrobielle Ursachen. Im Projekt werden Fragen der Lebensmittelsicherheit in der Kette vom Milchproduzenten bis zum Verbraucher bearbeitet.

Problemstellung:

Forschungsbedürfnisse im Bereich Lebensmittelsicherheit MMP liegen speziell bei der Erhebung von Prävalenzdaten, bei der Klärung des Einflusses von Prozessparametern auf die Lebensmittelsicherheit der Produkte (unter Berücksichtigung der Biofilmpolitik) und bei der Bedeutung von ABR Keimen. Der Einfluss von Prozessparametern kann mit Challenge-Tests ermittelt werden. Ab voraussichtlich 2020 sind solche Versuche in den Laboratorien und Pilot-Plants BSL-2 und 3 für Milchprodukte und Fleischerzeugnisse im Neubau in Posieux durchführbar. Bis dahin finden zahlreiche Vorarbeiten statt zur Erhebung von Prävalenzdaten, zur Sammlung weiterer sogenannter „Wildstämme“ und zur Optimierung von Versuchsabläufen mit Hilfe von apathogenen Organismen.

Gesundheitliche Risiken können mit einem Tool priorisiert oder anhand der Risikoanalyse erkannt, quantifiziert und durch entsprechende Massnahmen reduziert werden. Die wissenschaftliche Basis für eine Risikoanalyse ist die Risikobeurteilung oder eine Risikoabschätzung. Sie erlaubt es Aussagen zu machen über die Wahrscheinlichkeit des Eintretens und den Schweregrad eines gesundheitlichen Schadens, der durch einen spezifischen Erreger oder durch eine chemische Verunreinigung in einem Lebensmittel entstehen könnte, und gezielte Massnahmen dagegen einzu-leiten. Oft fehlen Daten zur Risikobeurteilung und den dazu gehörenden Fragestellungen (z.B. für den Export von Milchprodukten, vor allem Rohmilchkäse).

Bundes- und kantonale Stellen benötigen fachliche Informationen und Vollzugsunterstützung bei der Umsetzung des Lebensmittel- und Landwirtschaftsrechts, bei der Erstellung von Interpretationshilfen, für das Erstellen von HACCP-Konzepten, bei der Risikobeurteilung und im Aufgabengebiet des NRL MMP.

Seit 17 Jahren führt der Bund das NRL MMP gemäss Milchprüfungsverordnung (MiPV, 916.351.0) Art. 13 und ab 2018 gemäss LmG Art. 43. Das NRL MMP ist in das Netzwerk der EU-Referenzlaboratorien integriert. Zu den Aufgaben eines NRL und zur Unterstützung der milchwirtschaftlichen Praxis gehören Forschungsarbeiten, Referenzanalytik, Proficiency Testings und Referenzmaterial. Dadurch ist die Sicherstellung der Qualität von Milch- und Milchprodukten auf der analytisch-technischen Ebene garantiert.

Im Auftrag des BLW werden Zulassungsanträge für Biozidprodukte aus agronomischer Sicht z.H. der Anmeldestelle beim BAG beurteilt. Die Milchproduzenten werden durch Beiträge in der grünen Presse und über die Milchproduzenten-berater über gesetzliche Anforderungen und die sichere Anwendung informiert.

Ziele und Forschungsfragen

Ziele:

- > Zu den am häufigsten auftretenden mikrobiellen Gefahren in Milch und Käse gehören *S. aureus* und seine Enterotoxine, *L. monocytogenes* und Verotoxin-bildende *E. coli* (VTEC oder auch STEC), auf sie fokussieren die Forschungsarbeiten. Besondere Beachtung verdient auch die zunehmende Zahl von Stress-, Desinfektionsmittel- und Antibiotika-toleranten Bakterien und Viren.
- > Zu den chemische Kontaminanten in MMP gehören Medikamenten-, Antibiotika- und Pestizidrückstände sowie Umweltkontaminanten wie MOSH/MOAH, Dioxine, PCBs, PAKs oder Phthalate und toxische Schwermetalle. Natürlich vorkommende Pflanzentoxine oder Mykotoxine aus Schimmel können zu Problemen in der Milch führen. Der Melamin-Skandal hat zudem die Wichtigkeit der Kontrolle von Verfälschungen bei MMP aufgezeigt.
- > Für die Durchführung von Challenge-Tests im BSL3 Pilot Plant (ab 2020), werden weitere Wildstämme von pathogenen und teilweise antibiotikaresistenten Keimen aus MMP benötigt. Die Agroscope-Stammsammlung muss laufend aktualisiert und ergänzt werden.

Forschungsfragen:

- > Erhebung der Prävalenz pathogener Keime und Schadstoffe in CH-Käsereirohmilch (Listerien, Salmonellen, STEC, Staph, *S. aureus* GTB, *E. coli*, Coliforme, *Campylobacter*, Yersinien, ESBL, ABR, CHCl₃, Toluene). Die gesammelten Proben eignen sich für die Risikoabschätzung und Ableitung von Massnahmen und Beratungen wo nötig. Im Speziellen soll die Rolle von Biofilmen in Rohrmelkanlagen untersucht werden.
- > Erhebung der Prävalenz pathogener Keime (Listerien, Staphylokokken Enterotoxinen, Salmonellen, STEC) im Teig verschiedener Käse, geeignet für die Risikoabschätzung. Daraus Ableitung von Massnahmen und Beratungen wo nötig und gewünscht.
- > Untersuchungen zur Lebensmittelsicherheit von Ziegenmilch hergestellt in typischen Kleinbetrieben (Coxiellen, *S. aureus* GTB, FSME-Viren).
- > Challenge-Tests sind notwendig zur Ermittlung des Verhaltens von pathogenen Keimen während der Herstellung und Reifung von Milchprodukten unter realitätsnahen Bedingungen. Da Challenge-Tests eine entsprechende Infrastruktur benötigen, sind sie erst mit dem Bau des BSL3 Pilot Plant (ab 2020) möglich. In der Zwischenzeit kann das Handling und die Kompetenz zur Durchführung von Challenge-Tests bei der Durchführung mit apathogenen Keimen oder in Zusammenarbeit mit ausländischen Instituten erworben werden.
- > Käsebreter sind unter Druck: Eine Umfrage zur Reinigung der Käsebreter und eine Erhebung der Betriebs- und Validierungsparameter von Dampfkhämmern soll die bestehenden Möglichkeiten zur Erhitzung aufzeigen.
- > Validierung der Erhitzung (Pasteurisation) von Käsebretern unter Praxisbedingungen und Überprüfung der Validerungsparameter mit *Listera* spp. und anderen relevanten Keimen.
- > Aufbau neuer Forschungskompetenzen im Bereich Lebensmittelsicherheits-Analytik
- > Eignung des In-Vitro-Verdaus in LmS-Fragestellungen überprüfen
- > Fertigstellung und Validierung des Priorisierungs-Tools (PrioTool) im Rahmen der ämterübergreifenden Arbeitsgruppe „Priorisierte Produktekontrollen“.
- > Agroscope-weite Koordination und Erfassung von Lebensmittelsicherheits-Fragestellungen im Rahmen der LmS-Plattform.
- > Reorganisation, Durchführung und Kommunikation des Listerien Monitoring Programmes mit Input für den CH-Mitbericht/Teil des EFSA-Zoonosebericht und unter Berücksichtigung der Digitalisierung.

- > Beratung von Betrieben und Organisationen in Lebensmittelsicherheitsfragen.
- > Möglichkeiten des Hemmstoffnachweises in Rahm mittels Schnelltest prüfen zur Verminderung von Antibiotikarückständen in der Lebensmittelkette.
- > Durchführung der gesetzlich übertragenen Aufgaben und Unterstützung der mit der Umsetzung des Lebensmittelrechts beauftragten Stellen.
- > Wahrnehmung der Aufgaben als NRL MMP und führen der im LmR geforderten ERFA-Gruppe sowie durchführen von Proficiency Testings und bereitstellen Referenzmaterialien.
- > Die Zählung der somatischen Zellen in der Milch ist eine der häufigsten Analysen weltweit (Milchhygiene und Zucht), die Vergleichbarkeit ist aber z.T. schlecht. Die Entwicklung einer statistischen Methode (Qualitäts Index) für Labors und Proficiency Testings ist abgeschlossen und soll nun in der Praxis getestet und implementiert werden.
- > Mitarbeit bei der Entwicklung einer neuen Referenzmethode für die Zählung der somatischen Zellen in der Milch (total) und der differenzierten Zellzahlbestimmung.
- > Entwicklung einer einfachen und günstigen Methode zur Bestimmung der Alkalischen Phosphatase in der Milch und im Käse (Pasteurisationsnachweis).
- > Entwicklung einer Methode zur Bestimmung der individuellen Proteine in MMP durch LC-MS.
- > Fachliche Unterstützung von Ämtern und Vollzugsstellen inkl. Einsitz in der Kommission Milchprüfung.
- > Beurteilung von Biozidprodukten, agronomischer Teil, im Auftrag des BLW und Information der betroffenen Kreise.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 0 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

- > Programme zum Vorkommen und zur Eliminierung von bekannten und neuen pathogenen Keimen
- > Bereitstellen von Monitoringdaten zu bestehenden und neuen pathogenen sowie antibiotikaresistenten Keimen und toxischen oder sonst unerwünschten Substanzen
- > Priorisieren von Gefahren mittels PrioTool.
- > Ableiten von Massnahmen zur Reduktion des Eintrags und der Verbreitung von ABR.
- > Generieren von wissenschaftlichen Daten aus Challenge-Tests zur Beurteilung bestehender und neuer mikrobieller Risiken bei Pathogenen, ABR und Viren.
- > Massnahmen zur Reduktion von pathogenen Mikroorganismen in MMP und auf Käse durch neuartige Technologien und Schutzkulturen sowie Erarbeiten von Empfehlungen zur Anpassung von Sicherheitskonzepten in Produktion, Verarbeitung und Vertrieb
- > Zusammenarbeit mit den Projekten 18.01.01 „ebeam“, 18.10.18.2.02 „Käsequalität“, 18.03.03 „Biopréservation“, 18.04.02 „Challenge Tests Fleisch“, 18.04.03 „ABR, Verwertung AB-haltige Milch“, 18.07.01 „Resistomentwicklung“ und 18.07.02 „Staph. aureus“ in ergänzenden Fragestellungen

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 6: Beitrag an die Tierhaltung und –gesundheit und ans Tierwohl bei der Zulassung von Biozidprodukten.

zu SFF Nr. 10: Ableiten von Massnahmen zur Minimierung von Verlusten (Food-Loss) und zur Verarbeitung von Nebenprodukten (By-Products).

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Ein Teil der untersuchte Proben stammen aus der Bioproduktion, die erarbeitete Erkenntnisse können auch für den Biolandbau gebraucht werden.

Material und Methoden (grob skizziert)

Untersuchung von Milch und Milchprodukten zusammen mit Käsereien und der milchwirtschaftlichen Industrie auf Pathogene, Antibiotikaresistenzen und Viren; chemische und physikalische Untersuchungen; statistische Auswertung der Daten; Literaturstudien; Entwicklung von einfachen Programmen.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Becker, H., Berger, T., Eliskases-Lechner, F., Jakob, E., Knödseder, M., Märtlbauer, E., Westermair, T., Zangerl, P. (2017). InterLab Leitfaden zu Listerien in Milchprodukten. FOODLab, 1, 20-23
- Berger, T., Luginbühl, W. (2016). Probabilistic Comparison and Assessment of Proficiency Testing schemes and Laboratories in the Somatic Cell Count of Raw Milk. Accred.Qual.Assur., 21, 175-183
- Bühlmann, G., Schaeren, W., Berger, T., Hummerjohann, J. (2015). Gerätevergleich Bactoscan 8000, Bactoscan FC und Bactocount - Auswertung der Untersuchungen August und September 2006. Agroscope Science | Nr. 27
- Egger, L., Ménard, O., Delgado-Andrade, C., Alvito, P., Assunção, R., Balance, S., Barberá, R., Brodkorb, A., Cattenoz, T., Clemente, A., Comi, I., Dupont, D., Garcia-Llatas, G., Lagarda, M.J., Le Feunteun, S.,

- JanssenDuijghuijsen, L., Karakaya, S., Lesmes, U., Mackie, A.R., Martins, C., Meynier, A., Miralles, B., Murray, B.S., Pihlanto, A., Picariello, G., Santos, C.N., Simsek, S., Recio, I., Rigby, N., Rioux, L.-E., Stoffers, H., Tavares, A.; Tavares, L., Turgeon, S., Ulleberg, E.K., Vegarud, G.E., Vergères, G., Portmann, R. (2016) The harmonized INFOGEST in vitro digestion method: From knowledge to action. Food Res. Int., 88, 217–225
- Egger, C., Nicolas, M., Pellegrino, L. (2016) Alkaline phosphatase activity in cheese as a tracer for cheese milk pasteurization. LWT – Food Science and Technology 65, 963-968
 - Imhof, R., Riva Scettrini P. (2016). Einfache Dampfzelle für die Hitzebehandlung von Käsebretern. Agroscope Technik, April 2015, 8 p.
 - Imhof, R., Schwendimann, L., Riva Scettrini, P. (2017). Sanitising wooden boards used for cheese maturation by means of a steam-mediated heating process. J Consum Prot Food Safety, DOI 10.1007/s00003-017-1114-0 [streichen: Imhof, R. (2016). Problematik von Holz in der Käsereifung. Vortrag an der Jahrestagung Appenzeller/Tilsiter, Appenzell]
 - Kopf-Bolanz, K., Schwander, F., Gijs, M., Vergeres, G., Portmann, R., Egger L. (2012). Validation of an In Vitro Digestive System for Studying Macronutrient Decomposition in Humans. J. Nutr. 142, 245-250
 - Minekus, M., Alminger, M., Alvito, P., Ballance, S., Bohn, T., Bourlieu, C., Carriere, F., Boutrou, R., Corredig, M., Dupont, D., Dufour, C., Egger, L., Golding, M., Karakaya, S., Kirkhus, B., Le Feunteun, S., Lesmes, U., Macierzanka, A., Mackie, A., Marze, S., McClements, D.J., Menard, O., Recio, I., Santos, C.N., Singh, R.P., Vegarud, G.E., Wickham, M.S.J., Weitschies W., and Brodkorb A. (2014) A standardised static in vitro digestion method suitable for food – an international consensus. Food Funct., 5, 1113-1124
 - Mühlemann, M. (2014) Microbiological and chemical risk assessment and its respective exposure modelling. Agroscope Science 8, 2014, 1-12
 - Mühlemann, M., Gille, D., Kast, C., Dübecke, A. (2015). Keine Pyrrolizidin Alkaloide in Schweizer Milch. Alimenta, 1, 24
 - Mühlemann, M., Hummerjohann, J., Berger, T. (2014). To whom it may concern: Concerns on strategy and content of the “Draft Guidance document on the Application of Regulation (EC) No178/2002 as regards food where Shiga toxin-producing Escherichia coli (STEC) has been detected”. Opinion/Information Agroscope, eingereicht an die “European Commission, Health & Consumers, Unit G4: food, alert system and training” und z.H. der „Mission of Switzerland to the European Union“ für die Sitzungen „WG Microbiological Criteria“.
 - Mühlemann, M., Imhof, R., Berger, T., Bisig W. (2015) Letter to FDA concerning the Request For Comments And For Scientific Data And Information on: Understanding Potential Intervention Measures To Reduce the Risk of Foodborne Illness From Consumption of Cheese Manufactured From Unpasteurized Milk. Letter/Information, eingereicht bei FDA via Branche (Lorenz Hirt) und Schweiz. Botschaft in Washington, 03.11.2015
 - Schaeren W. (2014). Mögliche Ansatzpunkte und Massnahmen, die zu einer Reduktion des Einsatzes von Antibiotika in der Milchproduktion beitragen könnten. Agroscope Science | Nr. 10
 - Schaeren, W., Berger, T. (2016). Application of a unified European conversion factor for the transformation of Bactoscan FC values. Agroscope Science 36, 1-12
 - Schaeren, W., Berger, T. (2017). Resistente Enterokokken in der Milchproduktion. Agroscope Science, in Press
 - Schmid, M., Presi, P., Schorer, M., Berger, T., Breidenbach E. (2016). Risk factors involved in the contamination of Swiss cheeses by Listeria monocytogenes and coagulase-positive staphylococci. Agroscope Science, 37, 1-12
 - Schwendimann, L., Imhof, R., Berger, T. (2016). Biosafety level 3 pilot plant – a facility improving the safety of food production. FoodMicro 2016.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Mit Forschungsergebnissen, Challenge-Tests, Erhebungen und risikobasierten Empfehlungen unterstützt Agroscope die Sicherheit von Milch und Milchprodukten massgebend, sichert deren Wertschöpfung und Exportfähigkeit. Als Nationales Referenzlabor leistet es einen Beitrag an die Umsetzung des Rechts in der Schweiz und der bilateralen Verträge mit der EU.

Mit Forschungsergebnissen, Challenge-Tests, Erhebungen und risikobasierten Empfehlungen unterstützt Agroscope die Sicherheit von Milch und Milchprodukten massgebend, sichert deren Wertschöpfung und Exportfähigkeit. Als Nationales Referenzlabor für Milch und Milchprodukte leistet es einen Beitrag an die Umsetzung des Lebensmittel- und Landwirtschaftsrechts in der Schweiz und der bilateralen Verträge mit der EU.

Nahrungsmittelbedingte Erkrankungen beim Menschen treten weltweit auf und sind, bedingt durch neue Erkenntnisse, die Veränderung der Erregereigenschaften, die Klimaerwärmung und die Globalisierung, neu und im Vormarsch. Durch Untersuchungen werden der Eintrag und die Verbreitung von Antibiotikaresistenzen, Persistenzen, chemischen Verunreinigungen, Rückständen und Verfälschungen erfasst.

Genehmigung des Projektes

Datum: 04.09.2017	Visum FGL: beth
Datum: 02.10.2017	Visum FBL / KBL: a.i. waba
Datum: 25.10.2017	Visum V SFF: a.i. drda



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.09.18.07.01

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Resistom

Nr. Bereich.

18

Mikrobielle Systeme von Lebensmitteln

Nr. Gruppe

18.7

LmS tierischer Lebensmittel

Projektleitung/Stellvertretung

Jörg Hummerjohann / Hans Graber

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	1360
Beitrag zu SFF	9
Beitrag zu weitem SFF	10

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	8.7, 8.15, 9.24, 17.39, 17.44, 21.2, 21.6, 21.9
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Systemforschung zur Lebensmittelsicherheit und Resistomentwicklung

Resistomentwicklung

Systems research in food safety and resistome development

system, foodborne pathogens, milk, cheese, antimicrobial resistance, persistence, resistome

Ausgangslage und Problemstellung

Mit Forschungsergebnissen zu praxisrelevanten Fragestellungen unterstützt Agroscope die Sicherheit von Lebensmitteln und landwirtschaftlichen Erzeugnissen und damit auch deren Exportfähigkeit massgebend.

Seit 2014 findet im Rahmen vom AFP REDYMO Forschung zur Dynamik resistenter und persistenter Mikroorganismen entlang der Lebensmittelproduktionskette statt. Im milchwirtschaftlichen Teilprojekt standen dabei vor allem hitze-resistente E. coli, Antibiotika-resistente und Biofilm-bildende Keime (v.a. Gram-negative) und ihr horizontaler Austausch von Genmaterial im Vordergrund. Ausserdem wurden relevante Projekte zur Bekämpfung des kontagiösen S. aureus Genotyp B in der Milchproduktion gestartet.

In der vorliegenden Projektskizze werden die wichtigsten Fragestellungen bearbeitet, die sich aus den Resultaten des AFP REDYMO ergeben haben.

Es ist zu beachten, dass für S. aureus eine separate Projektskizze (18.7.02) erarbeitet wird.

Ziele und Forschungsfragen

WICHTIG!!! Punkte 1-3 werden so gut wie möglich miteinander koordiniert. ALLE drei stehen und fallen mit der Verfügbarkeit der Drittmittel!!!

1. Alpkäsereien - Offenbart ihr Resistom, Virolom & Mobilom ein neues Risiko für KonsumentInnen?

Alpkäsereien sind nicht nur für die traditionelle Schweizer Milchwirtschaft von Bedeutung, sie sind auch relativ überschaubare systemische Forschungsobjekte. Da je nach Ausstattung und umweltbedingten Gegebenheiten im Vergleich zu modernen Talbetrieben ein grösseres Risiko für eine Grenz/Toleranzwertüberschreitung bzw. für eine mögliche Humaninfektion gegeben ist, wird eine risikobasierte Systemanalyse zur Dynamik resistenter und persistenter Mikroorganismen durchgeführt. Dabei stehen nicht nur die bekannten pathogenen Mikroorganismen im Fokus, sondern es soll ein Überblick über die vorkommenden nicht-Starter-Mikroorganismen aufgenommen werden. Dies erfolgt v.a. durch Metagenomstudien, aber auch durch selektive klassische Mikrobiologie. Aus diesen Daten werden

zum ersten Mal für die Schweiz Informationen sichtbar, welche die Gesamtheit von Antibiotikaresistenzgenen, Pathogenitätsfaktoren und Genübertragungsvehikel abbilden (Resistom, Virulom, Mobilom). Nur durch den Einsatz modernster genetischer Verfahren wie Next-Generation-Sequenzierungen, qPCR und Plasmid-Capture ist es ganz neu möglich, ein umfassendes Bild zu bekommen und nicht in Gefahr zu laufen, relevante Elemente zu verpassen. Mit klassischen Verfahren wurden z.B. Umweltstämme von *Klebsiella pneumoniae* nie als Gefahr beurteilt. Offenbar kann diese Spezies, welche sich recht häufig aus Milchprodukten isolieren lässt, aber resistent gegen Hitze und viele Antibiotika werden, diese Resistenzen auf pathogene Keime wie STEC weitergeben oder selbst eine lebensbedrohende Infektion auslösen. So hat der Tod einer Frau in den USA eine grosse Beachtung in den Medien gefunden, da der verursachende *Klebsiella pneumoniae* Stamm gegenüber 26 zugelassene Antibiotika resistent war. Das Projekt, welches nach "One Health" Kriterien geführt wird (Integrative Vorgehensweise von Veterinärmedizin, Humanmedizin und Lebensmittel/Umweltmikrobiologie) beinhaltet auch sozioökonomische Aspekte: Es wird eine Kosten-Nutzen-Analyse durchgeführt, begleitet durch das Schweizerische Tropeninstitut (Swiss TPH).

Das Forschungsprojekt, welches auch einen Vergleich zum Resistom in Talkäsereien beinhaltet, schliesst eine wichtige Kenntnislücke in der Milchwirtschaft und trägt damit zur Sicherheit und Exportfähigkeit von Schweizer Rohmilchkäse bei.

2. Käsereien - Hotspot für hitzeresistente *E. coli*?

Während des REDYMO Projektes wurde erkannt, dass es im Gegensatz zur Gesamtpopulation sequenzierter *E. coli* Genome hitzeresistente *E. coli* in der Milchwirtschaft gehäuft auftreten. Da die Hitzersistenz genau im kritischen Temperaturbereich der Milchthermisierung stattfindet, die *E. coli* via Gentransfer diese Resistenzen aufnehmen und weitergeben kann und Kombinationen mit Antibiotikaresistenzgenen, Pathogenitätsfaktoren, Biofilmbildungsvermögen oder Desinfektionsmittelresistenzen vorkommen, wird die Hypothese aufgestellt, dass Käsereien, die Milch thermisieren, einen Hotspot für die Selektion dieser Keime darstellen. Wäre dies der Fall, müssten Massnahmen definiert werden, um eine Rufschädigung Schweizer Rohmilchkäse zu verhindern. Es werden Keimisolationen, genetische und physiologisch relevante Tests und technologische Betriebsbedingungen in enger Zusammenarbeit mit den Käsereiberatern von Agroscope erhoben, um die Hotspot-Hypothese zu überprüfen.

3. *Klebsiella pneumoniae*, *Stenotrophomonas maltophilia* & Co. – „Emerging risks“ für die Schweizer Milch- und Käsewirtschaft?

Wie bereits oben erwähnt, konnten in der letzten Jahren zahlreiche Enterobakterien, z.B. *Klebsiella pneumoniae*, die z.T. Hitzeresistenzgene (*clpK1*) trugen, *Proteus vulgaris* und andere Spezies aus Rohmilchkäse isoliert werden. Dazu kommt das Auftauchen von Spezies aus der Pseudomonaden-Gruppe. Insbesondere wurde ein multiresistenter, biofilmbildender *Stenotrophomonas maltophilia* isoliert und sequenziert. Diese Spezies sind in Krankenhäusern gefürchtet. In diesem Teilprojekt werden Häufigkeit des Vorkommens, genetische Charakterisierung und phänotypische Resistenztests die Frage beantworten, ob diese Keime für die Milchwirtschaft ein "emerging risk" darstellen.

4. NRL *E. coli* & STEC – Innovative genetische Verfahren zur Vollzugsunterstützung

Agroscope ist das Nationale Referenzlabor für *E. coli* & STEC. Zur Abklärungen von Ausbrüchen muss eine schnelle, hochauflösende Typisierungstechnologie in-house vorliegen. Methode der Wahl ist inzwischen die Vollgenomsequenzierung und nicht mehr PFGE o.ä. Dementsprechend wird ein WGS-Workflow unter Einsatz von Datenbanken und Software, wie z.B. SeqShere (Ridom GmbH, Münster), in Zusammenarbeit mit dem EU-RL in Rom etabliert. Dieser Weg soll sich auf andere relevante Keime, wie z.B. Listerien, *S. aureus* und Klebsiellen übertragen lassen.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 9 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

- Neben dem Vorkommen neuer pathogener Erreger wird dem zunehmenden Auftreten antibiotikaresistenter und persistenter Keime in der tierische Lebensmittelketten besonders Rechnung zu tragen. Die Rolle der Milch- und Käsewirtschaft, speziell auf Alpbetrieben, bei der Ausbildung solcher Resistenzen ist bekannt.
- Wichtiger Beitrag zum StAR (Strategie des Bundes zu Antibiotikaresistenzen): Eintrag und die Verbreitung von Antibiotikaresistenzen und Persistenzen werden entlang ausgewählter Wertschöpfungsketten erfasst.
- Mit Forschungsergebnissen, Challenge-Tests, Erhebungen und risikobasierten Empfehlungen unterstützt Agroscope die Sicherheit von Lebensmitteln
- Mit der NRL Tätigkeit leistet Agroscope einen wichtigen Beitrag zur Vollzugsunterstützung in der Schweiz.
- Anliegen von Stakeholdern, v.a. BLW, BLV und Käsebranche wurde Rechnung getragen

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 10: Zusammenarbeit mit Projekt "Schutzkulturen" (10.18.3.03, E. Arias-Roth). Hemmung von pathogenen und resistenten Keimen auf Käseoberflächen und im Teig während der Käseherstellung. Ausserdem Beitrag zur Minimierung von "Food-Loss"

zu SFF Nr. 6: Beitrag an die Tierhaltung und –gesundheit und ans Tierwohl im Zusammenhang mit Antibiotika

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Einer der selektierten Alp- oder Talkäserien zur Aufnahme des Resistoms, Viruloms und Mobiloms wird voraussichtlich ein Betrieb sein, der Bio-Käse produziert.

Material und Methoden (grob skizziert)

Vollgenomsequenzierung, Plasmid-Capture, qPCR, Metagenomics, DNA-Microarray, klassische Mikrobiologie, Resistenztests

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Martinez et al. (2017): Genomic and metagenomic technologies to explore the antibiotic resistance mobilome. Ann. N.Y. Acad. Sci.1388, 26–41
- Noyes et al. (2016): Resistome diversity in cattle and the environment decreases during beef production. eLife;5:e13195
- Li et al. (2015): Metagenomic and network analysis reveal wide distribution and co-occurrence of environmental antibiotic resistance genes. The ISME Journal 9, 2490–2502
- Sanchez et al. (2015): Antibioticresistance in the opportunistic pathogen Stenotrophomonas maltophilia. Frontiers in Microbiology. June 2015|Volume6|Article658
- Smalla et al (2015): Plasmid Detection, Characterization, and Ecology. Microbiol Spectr. Feb;3(1):PLAS-0038-2014
- Statnews (2017): A Nevada woman dies of a superbug resistant to every available antibiotic in the US <https://www.statnews.com/2017/01/12/nevada-woman-superbug-resistant/>
- Peng et al (2013): Heat resistance of Escherichia coli strains in raw milk at different subpasteurization conditions. J Dairy Sci. 2013 Jun;96(6):3543-6.
- Marti et al (2016): Heat-resistant Escherichia coli as potential persistent reservoir of extended-spectrum β -lactamases and Shiga toxin-encoding phages in dairy J Dairy Sci. 2016 Nov;99(11):8622-8632.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet

(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Mittels modernster genetischer Methoden werden bei Alpkäsereien Antibiotika-Resistom, Virolom & Mobilom aufgenommen, Hotspots für hitzeresistente E. coli in der Milchwirtschaft identifiziert, die Bedeutung von bislang wenig beachteten Bakterien als neue "emerging risks" beurteilt, und Typisierungen für die Vollzugsunterstützung eingeführt.

Im Projekt werden wichtige Fragen zur Lebensmittelsicherheit entlang ganzer Produktionsketten beantwortet. Dabei spielen nicht nur die klassischen pathogenen Bakterien, wie z.B. STEC, eine Rolle, sondern auch antibiotikaresistente und persistente Keime. Mittels Einsatz modernster genetischer Methoden werden dabei völlig neue Sichtweisen auf die mikrobielle Dynamik ganzer Systeme möglich. Bei Alpkäsereien werden die Antibiotika-Resistome, Virolome & Mobilome aufgenommen. Als Konsequenzen aus dem AFP REDYMO werden Hotspots für hitzeresistente E. coli in der Milchwirtschaft identifiziert und die Bedeutung von K. pneumoniae, S. maltophiliae und anderen Bakterien als neue "emerging risks" beurteilt. Ausserdem werden sequenzierbasierte Typisierungen für die Vollzugsunterstützung eingeführt.

Genehmigung des Projektes

Datum: 30.8.2017	Visum FGL: hujo
Datum: 02.10.2017	Visum FBL / KBL: a.i.waba
Datum: 25.10.2017	Visum V SFF: a.i. drda



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.09.18.07.02

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Staph. aureus

Nr. Bereich.

18

Mikrobielle Systeme von Lebensmitteln

Nr. Gruppe

18.7

Lebensmittelsicherheit tierischer Lebensmittel

Projektleitung/Stellvertretung

Hans U. Graber / N.N.

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	1580
Beitrag zu SFF	9
Beitrag zu weitem SFF	10

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	2.115, 17.39, 17.44, 21.2, 21.9, 23.143, 23.202
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Staphylococcus aureus, ein Problemkeim der Schweizer Milchwirtschaft: Bekämpfung und neue Erkenntnisse

Staphylococcus aureus, Bekämpfung und neue Erkenntnisse

Staphylococcus aureus, control and new knowledge

Staphylococcus aureus, problematic bacterium, Swiss dairy industry, control, new knowledge

Ausgangslage und Problemstellung

Staphylococcus aureus (Staph. aureus) ist ein berüchtigter Erreger von zum Teil sehr schwerwiegenden Infektionen bei Mensch und Tier und Verursacher von Lebensmittelintoxikationen beim Menschen. Von zentraler Bedeutung ist die Tatsache, dass humane, aber auch zunehmend tierische Stämme, gegen Methicillin (MRSA: Methicillin-resistent Staph. aureus) und gegen weitere Antibiotika resistent sind, so dass oft nur noch letzte Reserveantibiotika beim Menschen eingesetzt werden können. Beim Rind ist Staph. aureus ein Erreger von teilweise ansteckenden, meist chronischen Mastitiden sowie eitrigen Wund- und Sekundärinfektionen. Bezüglich der Mastitiden hat die Forschung von Agroscope während der letzten Jahre gezeigt, dass die klinischen Eigenschaften von Staph. aureus stark vom Genotypen abhängen. So konnte für die Schweiz gezeigt werden, dass von den vielen verschiedenen Genotypen einzig der Genotyp B (GTB) ansteckend ist. Der ebenfalls oft gefundene Genotyp C sowie alle anderen Genotypen infizieren nur einzelne Kühe und Viertel. Staph. aureus GTB verursacht Herdenprobleme, die insbesondere in Alpregionen ausgeprägt sind, da GTB-freie und infizierte Kühe gemischt gemolken werden. In diesen Regionen sind bis zu 40% der Milchviehbetriebe infiziert, wobei pro Herde durchschnittlich 45% der Kühe erkrankt sind und mit Antibiotika nur unzureichend therapiert werden können (Heilungsrate = 30%). Die Folge davon ist, dass viele Kühe geschlachtet werden müssen, was zu grossen Verlusten führt. Für die Schweiz belaufen sich die jährlichen mastitisbedingten Kosten auf 130 Mio. CHF, wovon der Grossteil (80 Mio.) auf Staph. aureus GTB zurückzuführen ist. Auf Betriebsebene können die Kosten bis zu 20% des Leistungsertrages Milchwirtschaft ausmachen. In der Zwischenzeit haben wir hoch GTB-spezifische und empfindliche molekularbiologische Methoden (qPCR) entwickelt, die es erlauben, eine GTB-positive Kuh in Tankmilch von mindestens 138 Kühen nachzuweisen. Auch eignen sich die Methoden ausgezeichnet, um GTB-infizierte Milchviehherden zu sanieren. Die Sanierung basiert weitgehend auf der monatlichen Untersuchung jeder Kuh mit dem GTB-Test und Einteilung in eine der drei Gruppen „GTB-frei“, „GTB-unklar“ und „GTB-infiziert“ mit entsprechender Melkreihen-

folge. Infizierte Tiere werden zudem einem Behandlungsversuch unterzogen. Durch die gezielte Auswahl des Antibiotikums kann eine deutlich bessere Heilungsrate als 30% erreicht werden. Nach der Sanierung erfolgt die Überwachung der Betriebe mittels Tankmilchanalyse. Basierend auf unseren Ergebnissen haben dann das Bundesamt für Landwirtschaft BLW und das Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen BLV beschlossen, ein gemeinsames Projekt von Tessiner Behörden, Nutztierklinik der Universität Bern und Agroscope zu unterstützen, um die Milchviehherden des Kantons Tessin zu sanieren, einer Region, wo das GTB-Problem besonders ausgeprägt ist.

Neben der Verursachung von Mastitiden beim Rind und andern Wiederkäuern ist Staph. aureus ein bekannter Erreger von Lebensmittelvergiftungen beim Menschen. Käse, vor allem Halbhart- und Weichkäse, sind immer wieder Quellen von Staph. aureus-bedingten Lebensmittelvergiftungen. Insbesondere Staph. aureus GTB mit seinen typischen Enterotoxinen kann in diesen Fällen wiederholt nachgewiesen werden. Dieser Genotyp wird zudem sehr oft in Käse nachgewiesen, der gemäss der Hygieneverordnung zu hohe Werte an Coagulase-positiven Staphylokokken (grobe Unterteilung in Staph. aureus und andere Staphylokokkenarten) aufweist.

Agroscope zählt auf den Gebieten Staph. aureus und Mastitis beziehungsweise Lebensmittelsicherheit zu den weltweit führenden Institutionen.

Ziele und Forschungsfragen

- > Sanierung von Staph. aureus GTB bei den Tessiner Milchviehherden. Die Sanierung erfolgt zusammen mit den Behörden des Kantons Tessin und der Nutztierklinik der Universität Bern. Die Möglichkeit, die Staph. aureus-Sanierung einer ganzen Region ins Auge zu fassen, ist weltweit einzigartig und beruht auf den Methoden und dem Knowhow, die bei Agroscope entwickelt worden sind.
- > Phänotypische, genotypische und Vollgenomgenomuntersuchungen zur Penicillinresistenz (wichtigstes Antibiotikum im Mastitisbereich) von Staph. aureus (bovine Mastitisstämme). Die eigenen bisherigen Untersuchungen zeigen eine massive Diskrepanz zwischen phänotypischen und genotypischen Ergebnissen und stellen die herkömmlichen phänotypischen Verfahren (Plättchentest, MHK-Test) in Frage. Die nun folgenden Untersuchungen sollen die Diskrepanz aufklären und auf weitere Antibiotika ausgedehnt werden (Aminoglykoside, Makrolide, Gyrasehemmer).
- > Analyse des Euterresistoms im Laufe der GTB-Sanierung des Kantons Tessin. Änderungen sind zu erwarten, da im Laufe des Programms vermehrt Antibiotika als üblich eingesetzt werden. Diese Untersuchungen erfordern diverse Grundlagenforschungen v.a. im Bereich der non-Staph. aureus Staphylokokken und einiger Streptokokken, die oft im Zusammenhang mit intramammären Infektionen beim Rind gefunden werden. Diese Bakterien sind klinisch, phänotypisch, genotypisch und genomisch meist nur schlecht charakterisiert. Neben der Abklärung der Resistenzentwicklung soll abgeklärt werden, inwiefern Genomdaten sich eignen, die Antibiotikaresistenz der Erreger zu bestimmen. Bei Kosten von gegenwärtig 130 Euro pro Stamm für eine Vollgenomsequenzierung (und bald weniger) werden entsprechende Ansätze auch für die Routineabklärung immer attraktiver.
- > Erarbeitung der Grundlagen zur Charakterisierung von Staph. aureus in-silico anhand von Daten der Vollgenomsequenzierung. Diese Grundlagen fehlen für Staph. aureus vollständig und für die bovinen Stämme sowieso, wodurch es bis jetzt kaum möglich ist, anhand von Genomdaten Aussagen zu Kontagiosität, Virulenz, Pathogenität, oder klinischem Verhalten dieses Erregers zu machen.
- > Genomvergleiche von Staph. aureus (bovine Mastitisstämme) mit verschiedenem klinischen genotypischen Hintergrund (zusammern mit M. Luini, IZLER, Lodi, Italien): Ablärung der Kontagiositätsmechanismen.
- > Regulation der Enterotoxinbildung von Staph. aureus in Milch und Käse unter Dichte- und Hitzestressbedingungen. Die zahlreichen Enterotoxine sind insgesamt in vier unabhängigen Genomsegmenten von Staph. aureus angesiedelt, deren Expression wahrscheinlich zwischen und möglicherweise sogar innerhalb der Segmente unterschiedlich reguliert wird. Diese Untersuchungen sind wichtig für die Verhinderung von Lebensmittelvergiftungen vor allem mit den weniger bekannten Toxinen, deren Gene aber in vielen, auch bovinen, Staph. aureus-Genomen vorhanden sind.
- > Herstellung von monoklonalen Antikörpern gegen die Enterotoxine A – I und Entwicklung entsprechender immunologischer Nachweisverfahren. Diese Arbeiten erfolgen zusammen mit dem Labor Spiez und dem Robert Koch Institut Berlin. Die herkömmlichen, kommerziellen Methoden erlauben nur den Nachweis der Toxine A – E und ergeben nur eine ja/nein-Antwort. Mit den monoklonalen Antikörpern soll der Nachweis nun quantitativ werden und auch die weniger bekannten Toxine erfassen. Vor allem die Gene für die Toxine G und I (weniger bekannte Toxine) sind häufig in Schweizer Mastitisstämmen zu finden. Mit der Herstellung der Antikörper und der Etablierung von Tests kann eine wichtige diagnostische Lücke geschlossen werden.
- > Biofilmregulation. Biofilme von Staph. aureus haften an Oberflächen diverser Materialien und können immer wieder in Maschinen, Leitungen und Behältern gefunden werden, besonders wenn die Anlagen schlecht gereinigt werden. Solche sind immer wieder die Quellen von Lebensmittelkontaminationen mit diesem Erreger. Die Biofilmbildung spielt zudem eine wichtige Rolle für die Chronozität von Staph.-aureus-Infektionen (u.a. chronische Mastitis der Kühe). Daher soll die Biofilmregulation in-vitro anhand von Stämmen untersucht werden (u.a. Transcriptomics), wie sie in Milchverarbeitungsbetrieben und bei der bovinen Mastitis gefunden werden.
- > In-vitro- und in-silico-Charakterisierung inklusive Antibiotikaresistenztestung von hoch virulenten Staph.-aureus-Mastitisstämmen (akute Mastitis mit Allgemeinstörung) und wenig virulenten Stämmen (chronische subklinische

Mastitis). Falls sie unterschiedlich sind, sind unterschiedliche Vorbeuge-, Behandlungs- und Bekämpfungsmassnahmen nötig.

> Vom Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen BLV ist Agroscope angefragt worden, die Rolle eines nationalen Referenzlabors (NRL) für Staph. aureus zu übernehmen. Falls der Zuschlag erhalten wird, muss die entsprechende Tätigkeit aufgebaut und betrieben werden.

> Referenzlabor für die einheitliche Analytik von Staph. aureus GTB in der Schweiz.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 0 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Verbesserung der Eutergesundheit, Milchqualität, Lebensmittelsicherheit sowie Reduktion der Verluste und des Einsatzes von Antibiotika durch Minimierung von Staph.aureus in Schweizer Milchwirtschaft und dadurch ein Beitrag zu StAR.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 10: Durch die verbesserte Eutergesundheit bezüglich Staph. aureus wird die Milchqualität und daher die Qualität von Milchprodukten (geringer Staph. aureus-Gehalt und Enterotoxine, Zellzahlen und Milchezusammensetzung im Normbereich) gesteigert und zusätzlich die Gesetzeskonformität besser erreicht.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Durch die Bekämpfung von Staph. aureus als Mastitiserreger profitiert die ganze Milchwirtschaft, auch diejenige, die auf dem Biolandbau beruht.

Material und Methoden (grob skizziert)

> Bekämpfung von Staph. aureus GTB: sauber entnommene Milchproben und GTB-Test von Agroscope; Zusammenarbeit mit Tessiner Behörden, Nutztierklinik Universität Bern, kommerzielle Diagnostiklabors.

> Klassische und molekularbiologische Mikrobiologie.

> Next generation sequencing.

> Immunologische Methoden.

> Statische und dynamische Methoden zur Untersuchung der Biofilmbildung.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Boss, R., A. Cosandey, M. Luini, K. Artursson, M. Bardiau, F. Breitenwieser, E. Hehenberger, T. Lam, M. Mansfeld, A. Michel, G. Mosslacher, J. Naskova, S. Nelson, O. Podpecan, A. Raemy, E. Ryan, O. Salat, P. Zangerl, A. Steiner, and H. U. Graber. 2016. Bovine Staphylococcus aureus: Subtyping, evolution, and zoonotic transfer. J. Dairy Sci. 99(1):515-528.
- Cosandey, A., R. Boss, M. Luini, K. Artursson, M. Bardiau, F. Breitenwieser, E. Hehenberger, T. Lam, M. Mansfeld, A. Michel, G. Mosslacher, J. Naskova, S. Nelson, O. Podpecan, A. Raemy, E. Ryan, O. Salat, P. Zangerl, A. Steiner, and H. U. Graber. 2016. Staphylococcus aureus genotype B and other genotypes isolated from cow milk in European countries. J. Dairy Sci. 99(1):529-540.
- Van den Borne, B. H., H. U. Graber, V. Voelk, C. Sartori, A. Steiner, M. C. Haerdi-Landerer, and M. Bodmer. 2017. A longitudinal study on transmission of Staphylococcus aureus genotype B in Swiss communal dairy herds. Prev. Vet. Med. 136:65-68.
- Boss, R., H. U. Graber. 2014. Neuigkeiten zur Diagnostik von Staphylococcus aureus-Euterentzündungen. Agroscope Transfer, Nr. 25: 1-4.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Mit der Bekämpfung von Staph. aureus GTB und dem neuem Wissen zur Entwicklung der Antibiotikaresistenz und der Regulation der Enterotoxine von Staph. aureus könnten die Eutergesundheit, die Milchqualität und die Lebensmittelsicherheit von Milchprodukten wesentlich verbessert werden. Zudem würden die milchwirtschaftlichen Verluste sowie der Antibiotikaverbrauch massiv gesenkt.

Staph. aureus ist ein berüchtigter Infektionserreger bei Mensch und Tier, der bei der Kuh teilweise ansteckende (Genotyp B = GTB) Mastitiden verursacht. Die Auswirkungen von Staph. aureus GTB für die Schweizer Milchwirtschaft sind gravierend (unzureichende Milchqualität, hohe Kosten für Antibiotika, Ausmerzungen) und betreffen vor allem die Berggebiete (Alpung), wo bis zu 40% der Herden infiziert sind. Mit dem vorliegenden Projekt soll nun erstmals ein ganzer Kanton (Tessin) bezüglich GTB saniert werden. Zusammen mit den weiteren Teilprojekten (neue Kenntnisse zur Ent-

wicklung der Antibiotikaresistenz und der Regulation der Enterotoxine) soll die Milchqualität und die Lebensmittelsicherheit von Milchprodukten wesentlich verbessert und die milchwirtschaftlichen Kosten sowie der Antibiotikaverbrauch massiv gesenkt werden.

Genehmigung des Projektes

Datum: 02.10.2017	Visum FGL: i.V. grul
Datum: 02.10.2017	Visum FBL / KBL: a.i.waba
Datum: 25.10.2017	Visum V SFF: a.i. drda



SFF 10

Qualität und Produktinnovation von Lebensmitteln fördern

AutorInnen	Hans-Peter Bachmann, Lukas Bertschinger, Christoph Carlen, Michael Winzeler
Begleitende WissenschaftlerInnen	Barbara Walther
Verantwortliche/r BereichsleiterIn	Fabian Wahl
Research Peer	Guy Vergères

Zusammenfassung

Der Lebensmittelmarkt in der Schweiz ist weitgehend gesättigt und einem zunehmenden Preisdruck ausgesetzt. Gefordert sind dabei nicht nur die industriellen Betriebe, sondern speziell auch die gewerblichen Verarbeitungsbetriebe, sowie die landwirtschaftliche Produktion. In diesem Umfeld können viele Betriebe dann Erfolg haben, wenn sie sich in Marktnischen positionieren, die Innovation verstärken und sich in Segmenten mit hohen Qualitätsansprüchen von der Konkurrenz abheben können. Zudem müssen sie ihre Produktivität erhöhen, indem sie beispielsweise Verluste (Food Loss) minimieren und Nebenprodukte (By Products) verarbeiten.

Agroscope will sein Potenzial nutzen, um zusammen mit den Branchen in einem systemischen Ansatz Produkte und Produktionsverfahren vom Anbau bis zum verkaufsfertigen Produkt zu verbessern, die Wettbewerbsfähigkeit ausgewählter Wertschöpfungsketten langfristig zu stärken und den Aufbau von neuen Wertschöpfungsketten zu unterstützen. Die zunehmende Bedeutung einer personalisierten Ernährung für die menschliche Gesundheit und weitere Foodtrends führen zu neuen Marktnischen, welche es zu erkennen und zu besetzen gilt. Im Fokus stehen dabei gewerbliche Betriebe, die meist keine eigene Forschungs- und Entwicklungsabteilungen unterhalten und auf eine öffentliche Unterstützung angewiesen sind, zusammen mit den bäuerlichen Zulieferbetrieben der landwirtschaftlichen Rohstoffe.

Agroscope will auch wissenschaftliche Grundlagen für eine gesunde Ernährung der Bevölkerung aus nachhaltiger Produktion erarbeiten, gestützt auf neue Erkenntnisse aus den Interaktionen zwischen Genetik, Epigenetik, Umwelt und Diät sowie auf ein verbessertes Verständnis über die Einflussfaktoren auf die Lebensmittelwahl.

Ausgangslage und Hintergrund

Lebensmittel, die aus Rohstoffen der Schweizer Landwirtschaft hergestellt werden, sind in zunehmendem Masse wirtschaftlich nicht mehr konkurrenzfähig. Das hohe Preisniveau führt zu steigenden Importen, sinkenden Exporten und einer Zunahme beim Einkaufstourismus. Als Handlungsoptionen zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit bieten sich die nachfrageorientierte Inwertsetzung der Qualität (Qualitätsführerschaft), die Besetzung von Marktnischen durch Differenzierung sowie Innovationen an. Bei allen Handlungsoptionen sind die fortgesetzte Steigerung der Produktivität und die stete Senkung der Kosten wichtige Erfolgsfaktoren.

Die laufend stärkere Individualisierung der Konsumentenbedürfnisse und der Qualitätsansprüche sowie die steigende Erkenntnis über die Bedeutung einer personalisierten Ernährung für die menschliche Gesundheit führen zu einer zunehmenden Fragmentierung des Lebensmittelmarktes mit neuen Marktnischen, welche es zu erkennen und zu besetzen gilt. Damit kleinere und mittlere Unternehmen die sich bietenden Marktchancen optimal wahrnehmen können, brauchen sie einen einfachen Zugang zu Forschung, Infrastruktur sowie wissenschaftlicher und technologischer Unterstützung.

Die Minimierung von Verlusten (Food-Loss) sowie die Verarbeitung von Nebenprodukten (By-Products) sind bedeutende Potenziale um die Produktivität zu steigern und die Kosten zu senken. Damit wird auch die Ressourceneffizienz im Kontext der Ernährungssicherheit verbessert.

Bei der gewerblichen Herstellung von Lebensmitteln gibt es mit der Herstellung von Käse eine für die Schweizer Landwirtschaft sehr bedeutende Erfolgsgeschichte. Wie eine Studie von BAK Basel im Auftrag des Bundesamtes für Landwirtschaft schon 2012 nachwies, verlor die Schweiz vor der Liberalisierung als Käseland an Bedeutung. Mit der schrittweisen Einführung des Freihandels stieg der Export wieder. Die Studie kommt zum Schluss, dass die Schweiz seit der Einführung des Käsefreihandels mit der EU eher teureren Käse in die EU exportiert. Auf der anderen Seite werden eher günstigere Produkte in die Schweiz importiert. Es heisst: «Die Schweiz ist also im Qualitäts-

wettbewerb erfolgreich, womit die Schweizer Käseproduzenten gleichzeitig weniger stark dem Preiswettbewerb ausgesetzt sind.» 2015 wurden weltweit 68'459 Tonnen Schweizer Käse (+0,3% im Vergleich zum Vorjahr) exportiert. Zudem führte der Freihandel zu einem grossen Innovationsschub bei den Schweizer Käseproduzenten. Agroscope will weiterhin einen massgebenden Beitrag zu dieser Erfolgsgeschichte leisten und mithelfen neue Erfolgsgeschichten zu schreiben.

Nationales und internationales Forschungsumfeld

Die Forschung im Allgemeinen und in der Lebensmittelbranche im speziellen wird zunehmend von einem systemischen (ganzheitlichen) Ansatz her angegangen. Dies führt dazu, dass auch die einzelnen Aspekte wie zum Beispiel Qualität aus verschiedensten Blickrichtungen betrachtet und definiert werden. So beinhaltet die Qualität eines Lebensmittels oder landwirtschaftlichen Produktes Aspekte wie die Sicherheit, den Preis, die Herstellungspraxis, die Nachhaltigkeit, den Genuss, die Gesundheit etc. Da diese Kriterien vom Konsumenten zunehmend dazu verwendet werden, seinen Kaufentscheid zu fällen, rückt die Konsumentenforschung immer stärker in den Fokus der nationalen und internationalen Forschung auf dem Gebiet der Lebensmittelherstellung und -verarbeitung. Die Komplexität im Verhalten und in der Physiologie des Zielobjekts Mensch erfordert auch hier den ganzheitlichen Ansatz. So werden Gesundheitsaspekte vermehrt mit omics Technologien untersucht, welche es sowohl im Lebensmittel als auch im Menschen ermöglichen, die Gesamtheit der Inhaltsstoffe und deren Wirkung zu erfassen. Stichworte dazu sind Foodomics, Transcriptomics, Metabolomics. Die grosse Herausforderung dabei ist, die Bearbeitung und Interpretation dieser riesigen Datenmengen und die Verknüpfung dieser Ergebnisse mit den Mechanismen und biologischen Systemen, die involviert sind. Ein hochaktuelles Forschungsgebiet in diesem Umfeld sind die mikrobiellen Systeme im Lebensmittel, im Menschen und in der Umwelt und deren Zusammensetzung und Interaktionen. Dies zu erfassen ist eine grosse technische und wissenschaftliche Herausforderung (Allison *et al.*, 2015; Hackman *et al.*, 2014).

Im Bereich Genuss werden nebst der analytischen Erfassung der sensorischen Eigenschaften wie Geruch, Geschmack, Flavour und Textur von einzelnen Lebensmitteln vermehrt die Kombinationen mittels Food Pairing untersucht, um wie auch im Ernährungs- und Gesundheitsbereich die Interaktionen von verschiedenen Lebensmitteln zu untersuchen. Dazu kommen weitere Einflussfaktoren des Umfeldes wie z.B. Licht, Farben, Einrichtungen, Geräusche, Emotionen usw. die das Ess- und Kaufverhalten des Konsumenten beeinflussen, was in experimentellen Restaurants oder Einkaufszentren erforscht wird.

Der Konsument ist zunehmend unzufrieden mit der aktuellen Esskultur, kann sich aber keine Alternativen vorstellen. Dies kann ein enormes Potenzial bergen für Lebensmittelproduzenten, -verarbeiter, -Händler und Gastronomen, hier mit Innovationen dieses «Loch im Sehnsuchtsraum» auszufüllen und ihre Produkte gemäss den zentralen Essachsen (Science versus Romance und Investieren versus Konsumieren) zu positionieren und/ oder sie so weiterzuentwickeln, dass sie sich zwischen die Segmente ansiedeln lassen. So können neue Innovationen und Differenzierungen zum Beispiel den Wunsch nach Funktionellen Lebensmittel (Science) mit demjenigen nach Tradition (Romance) kombinieren und ergänzen und damit beiden Ansprüchen entgegenkommen oder Convenience-Food könnte so nachhaltig gestaltet werden, dass das schlechte Gewissen beruhigt werden kann (Gottlieb Duttweiler Institut, 2012)

Die Entwicklungen gehen einerseits in Richtung High-Tech Produkte, Prozesse und Dienstleistungen, andererseits ist ein Trend zurück zum Traditionellen erkennbar, der Forschung und Innovationen sucht, um sichere, wohlschmeckende und gesundheitsfördernde Lebensmittel zu entwickeln, welche sich durch möglichst wenig Verarbeitung, wenig Food Waste und grosse Nachhaltigkeit auszeichnen (SNSF, 2012; Swiss Food Research, 2008; Agrostat, 2016; EPFL, 2016).

Im Bereich Food loss / Food waste wurden bisher verschiedene Erhebungen gemacht, um den Verlust von Lebensmitteln entlang der Wertschöpfungskette zu erkennen und abzuschätzen.

Gemäss der FAO-Studie «Global Food Losses and Food Waste» (Gustavsson, Cederberg, Sonesson, van Otterdijk, & Meybeck, 2011) gehen rund 1/3 der für den menschlichen Konsum produzierten Nahrungsmittel verloren oder werden weggeworfen. Nahrungsmittel gehen entlang der gesamten Wertschöpfungskette verloren. Es wird zwischen folgenden fünf Stufen unterschieden:

- I Landwirtschaftliche Produktion
- II Nachernte und Lagerung
- III Verarbeitung
- IV Gross- und Detailhandel
- V Konsum

Während in einkommensschwachen Ländern Verluste auf den Stufen I – IV (food loss) dominieren, so sind in einkommensstarken Ländern hohe Verluste auf Stufe Konsum (food waste) zu verzeichnen. Gemäss dem Bericht »Food Waste Along the Food Chain« der OECD ist die Datenlage in den OECD Ländern auf Stufe Konsum im Ver-

gleich zu den anderen Stufen bereits relativ gut. Problematisch sind die unterschiedlichen Definitionen und Methoden zur Erfassung von Lebensmittelabfällen (Bagherzadeh, Jeong, & Inamura, 2014).

In der EU läuft seit 2012 das Projekt Food Use for Social Innovation by Optimising Waste Prevention Strategies FUSIONS, welches Akteure aus Wirtschaft, Forschung und Zivilgesellschaft zusammenbringt (FUSION, 2015). Die Ziele dieser Stakeholderplattform sind die Harmonisierung des Monitorings von Nahrungsmittelabfällen, besseres Verständnis wie stark gesellschaftliche Innovationen food waste verringern können und die Entwicklung von Leitfäden für eine gemeinsame Nahrungsmittelabfallpolitik innerhalb der EU.

Auch in der Schweiz wurden verschiedene Erhebungen auf Stufe Gross- und Detailhandel sowie Konsum gemacht ebenso wie entlang der Wertschöpfungskette verschiedener Lebensmittel. Zudem sind aus der Zusammenarbeit verschiedener Bundesämter im Rahmen des Aktionsplans «Grüne Wirtschaft» Leitfäden entstanden, die Industrie- und Detailhandel, aber auch dem Konsumenten helfen sollen, den Lebensmittelverlust zu verringern. Im selben Rahmen wurde auch ein Forscherdialog mit dem Ziel, Synergien zwischen den verschiedenen Forschern zu fördern, Doppelspurigkeiten zu vermeiden und die Forscher besser zu vernetzen, durchgeführt. Das BLW unterstützt zudem eine Dissertation von Claudio Beretta an der ETH Zürich zum Thema «Umweltwirkungen und Vermeidungsstrategien von Lebensmittelverlusten in der Schweiz».

Die drei wichtigsten Fragen, die sich national und international zur Thematik des SFF stellen, sind:

- Wie kann die Qualität von gewerblich hergestellten Lebensmitteln und landwirtschaftlichen Produkten entlang der gesamten Kette sichergestellt werden, damit sie den ganzheitlichen Ansatz erfüllt?
- Wie kann die Ernährung der Bevölkerung gestützt auf die Erkenntnisse aus den Interaktionen zwischen Genetik, Epigenetik, Umwelt und Diät sowie auf das Verständnis über die Einflussfaktoren auf die Lebensmittelwahl verbessert werden?
- Wie können Lebensmittelverluste entlang aller Stufen der Wertschöpfungskette minimiert werden?

Literatur

- Schweizerischer Nationalfonds (2012). Healthy Nutrition and Sustainable Food Production. NRP 69. Retrieved from <http://www.snf.ch/en/researchinFocus/nrp/nrp69-healthy-nutrition-and-sustainable-food-production/Pages/default.aspx> (3.2.2016)
- Agrostat. (2016). 14th Symposium on Statistical Methods for the Food Industry. Retrieved from <http://agrostat2016.sfds.asso.fr/programme/programme-detaille/?lang=en> (3.2.2016)
- Allison, D. B., Bassaganya-Riera, J., Burlingame, B., Brown, A. W., le Coutre, J., Dickson, S. L., Vögele, C. (2015). Goals in Nutrition Science 2015–2020. *Frontiers in Nutrition*, 2.
- Bagherzadeh, M., Jeong, H., & Inamura, M. (2014). Food Waste Along the Food Chain OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers (1–29)
- EPFL, N. (2016). Food Oral Processing through life: interplay between food structure, sensory, pleasure and nutritional needs. International Conference on Food Oral Processing. Retrieved from <https://meeting.artegis.com/event/FOP2016> (3.2.2016)
- FUSIONS. 2015. Food waste data set for EU-28. European Union Retrieved from http://ec.europa.eu/food/safety/food_waste/library/docs/fw_expo2015_fusions_data-set_151015.pdf (3.2.2016)
- Gottlieb Duttweiler Institut, G. (2012). Beim Essen herrscht Wechselstimmung. Think Tank. Retrieved from <http://www.gdi.ch/de/Think-Tank/Beim-Essen-herrscht-Wechselstimmung> (3.2.2016)
- Gustavsson, J., Cederberg, C., Sonesson, U., van Otterdijk, R., & Meybeck, A. (2011). Global food losses and food waste. Retrieved from Rome: http://www.messe-duesseldorf.de/save-food/doc/Global_Food_Losses.pdf (3.2.2016)
- Hackman, R. M., Aggarwal, B. B., Applebaum, R. S., deVere White, R. W., Dubick, M. A., Heber, D., Stohs, S. J. (2014). Forecasting nutrition research in 2020. *J Am Coll Nutr*, 33(4), 340–346.
- Research, S. F. (2008). Food for Life Switzerland Strategic Research Agenda 2009 – 2020. Retrieved from http://www.swissfoodnet.ch/fs/documents/Forschungsagenda/SRA_E.pdf (3.2.2016)

Stellung und Positionierung von Agroscope im Forschungsfeld

Agroscope fokussiert bei der Lebensmittelqualitätsforschung auf den Herstellungsprozess und die Verarbeitung von Rohstoffen aus der Schweizer Landwirtschaft. Ausgenommen sind dabei nicht-fermentierte Milch- und Fleischprodukte, da diese vor allem industriell hergestellt werden sowie Backwaren und alkohol-freie Getränke, bei denen die ZHAW tonangebend ist.

Agroscope hat in verschiedenen Bereichen den Anspruch auf eine führende Stellung (USP):

- Forschung, Wissensaustausch und Beratung entlang der Wertschöpfungskette from farm to fork für Käse, Obst, Gemüse, Medizinal- und Aromapflanzen
- Analytik und Technologie von fermentierten Lebensmitteln (inkl. einer weltweit einzigartigen Sammlung von mikrobiellen Stämmen) sowie von Kern- und Steinobst und Gemüse

- Experimentelles Restaurant («Restaurant of the future»), welches im Rahmen des Neubaus in Posieux realisiert wird (vergleichbare Restaurants gibt es heute nur in Wageningen und Lyon)
- Angewandte Ernährungsforschung mit Milchprodukten

Mit der Analytik und Zertifizierung von Wein, Most und Traubensaft für den Export nimmt das Forschungsfeld auch eine wichtige Vollzugsaufgabe wahr.

Wissenschaftliche Ziele und Forschungsfragen

Agroscope will einen massgebenden Beitrag zur Beantwortung der nachfolgenden Forschungsfragen leisten:

- Wie können mit einem ganzheitlichen Ansatz die komparativen Stärken der Schweizer Produkte verfahrens- und anbautechnisch gefördert werden, damit eine bestehende Qualitätsführerschaft verteidigt bzw. eine neue Qualitätsführerschaft erreicht werden kann oder die Differenzierung zur Konkurrenz verstärkt werden kann?
- Welche Marktnischen entstehen mit der fortschreitenden Fragmentierung des Lebensmittelmarktes und was kann Agroscope beitragen, damit diese von schweizerischen KMU besetzt werden können?
- Welchen Einfluss haben natürliche Lebensmittel auf bekannte und neue Biomarker für die menschliche Gesundheit?
- Welchen Einfluss haben fermentierte Lebensmittel auf den Stoffwechsel und das Mikrobiom des Menschen?
- Wie kann die Ernährung der Bevölkerung gestützt auf die Erkenntnisse aus den Interaktionen zwischen Genetik, Epigenetik, Umwelt und Diät sowie auf das Verständnis über die Einflussfaktoren auf die Lebensmittelwahl verbessert werden?
- Wie kann die Produktivität über die Minimierung von Verlusten (Food-Loss) sowie die Verarbeitung von Nebenprodukten (By-Products) gesteigert werden?

Die Forschungsfragen sollen dabei so bearbeitet werden, dass Ideen verschiedener Akteure der Wertschöpfungskette genutzt werden (food innovation network) und dass zugleich Handlungswissen (rasche Umsetzung in Praxis) und Erkenntniswissen (Publikationen in renommierten Fachzeitschriften) entsteht.

Praktischer Nutzen der Aktivitäten im Forschungsfeld und wichtigste Outcomes

Agroscope leistet einen wichtigen Beitrag zur Steigerung der Innovationskraft von gewerblichen Betrieben und über wertschöpfungsstarke Lebensmittel, wie z.B. Rohmilchkäse, auch an das landwirtschaftliche Einkommen und die Pflege von Kulturlandschaften.

Als wichtigste Outcomes strebt das Forschungsfeld an:

1. Weltweite Qualitätsführerschaft bei Rohmilch und der daraus gewerblich hergestellten Käse
2. Weniger Food-Loss bei der Käsebereitung und der Obstlagerung
3. Reduktion der ernährungsbedingten Zivilisationskrankheiten

Was ist neu im Forschungsfeld?

Agroscope will seine Aktivitäten zur Reduktion von Food-Loss und Food-Waste in ausgewählten Bereichen verstärken:

- Die Lebensmittelqualität soll in Zukunft noch konsequenter mit einem ganzheitlichen Ansatz aus der Sicht der Konsumenten optimiert werden. Agroscope will einen wesentlichen Beitrag leisten, um wissenschaftliche Grundlagen für eine gesunde Ernährung der Bevölkerung aus nachhaltiger Produktion zu erarbeiten, gestützt auf neue Erkenntnisse aus den Interaktionen zwischen Genetik, Epigenetik, Umwelt und Diät sowie auf ein verbessertes Verständnis über die Einflussfaktoren auf die Lebensmittelwahl. Die zunehmende Bedeutung einer personalisierten Ernährung für die menschliche Gesundheit und weitere Foodtrends führen zu neuen Marktnischen, welche es zu erkennen und zu besetzen gilt.
- Ein stärkerer Fokus wird auf klinische Studien über die Wirkung von natürlichen Lebensmitteln auf bekannte und neue Biomarker für die menschliche Gesundheit gerichtet.
- In der zweiten Hälfte des Arbeitsprogrammes (ab 2020) wird ein experimentelles Restaurant («Restaurant of the future»), welches im Rahmen des Neubaus in Posieux realisiert wird (vergleichbare Restaurants gibt es heute nur in Wageningen und Lyon), neue Möglichkeiten eröffnen um die Einflussfaktoren auf die Lebensmittelwahl zu erforschen, zu verstehen und bei künftigen Innovationsprojekten anzuwenden.

Positionierung des SFF im Dreieck «Markt für Primärprodukte», «Betrieb» und «Ressourcen für die Produktion»

Das Forschungsfeld ist stark beim Markt für Primärprodukte positioniert und bearbeitet dabei schwergewichtig Anliegen aus den Anspruchsgruppen «Verarbeitung» und «Konsumenten». Damit leistet das Forschungsfeld auch einen massgebenden Beitrag zu einer wettbewerbsfähigen Produktion.

Inhaltliche Schnittstellen zu den weiteren Forschungsfeldern

Die Schweizer Landwirtschaft will eine produzierende Landwirtschaft sein. Bei allen Produkten ist die Qualität ein wichtiges Kriterium bei der Vermarktung. Das vorliegende Forschungsfeld hat in der Konsequenz eine starke Vernetzung zu vielen Forschungsfeldern der Pflanzenbau- und Nutztierwissenschaften, bei denen am Ende ein Rohstoff entsteht, welcher gewerblich weiterverarbeitet wird und sich deshalb Forschungsfragen zur Qualität stellen (SFF 1 «Multifunktionale Graslandnutzung und Viehhaltung optimieren und aufeinander abstimmen», SFF 2 «Ressourceneffiziente Anbaumethoden und -systeme für den Ackerbau und die Spezialkulturen entwickeln», SFF 3 «Leistungs- und marktfähige Pflanzensorten züchten und anbieten», SFF 5 «Nachhaltigen, risikoarmen Pflanzenschutz entwickeln», SFF 7 «Tiergenetik und Tierzucht für eine standortangepasste Nutztierhaltung einsetzen»).

Da es im Forschungsfeld schlussendlich auch um die Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit geht, braucht es eine gute Absprache mit den Forschungsfeldern SFF 12 «Strategische Erfolgspositionen der Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft in offenen Märkten aufzeigen» bei Marktanalysen und SFF 13 «Potenziale erkennen, um die Wettbewerbsfähigkeit der Landwirtschaftsbetriebe zu verbessern» bei einzelbetrieblichen Fragestellungen.

Mikroorganismen haben eine grosse und vielfach noch unterschätzte Bedeutung für die Qualität, Differenzierung, Innovation, Gesundheit, Sicherheit und Minimierung von Food-Loss bei sehr vielen gewerblich hergestellten Lebensmitteln. Eine enge Zusammenarbeit mit dem SFF 8 «Die mikrobielle Biodiversität für die Land- und Ernährungswirtschaft nutzbar machen» eröffnet viele Möglichkeiten, um die Wettbewerbsfähigkeit mit neuen oder verbesserten Produkten zu steigern.

Die Erfahrung zeigt, dass es eine enge gegenseitige Abhängigkeit zwischen der Lebensmittelqualität und der Lebensmittelsicherheit gibt und deshalb eine starke Vernetzung mit dem SFF 9 «Für sichere Lebensmittel mikrobielle Risiken und Antibiotikaresistenz senken» unabdingbar ist.

Bestehende und neu geplante Zusammenarbeiten mit anderen Forschungsinstitutionen

Das Forschungsfeld pflegt bewährte Zusammenarbeiten mit vielen nationalen und internationalen Institutionen. Von zentraler Bedeutung für den Fortschritt sind dabei die Kooperationen in den Bereichen:

1. Consumer behaviour (z.B. ETH, HAFL, ZHAW, LINK-Institut für Markt und Sozialforschung, Centre des Sciences du Goût et de l'Alimentation in Dijon, Nofima in Tromsø, European Sensory Science Society)
2. Klinische Studien (z.B. Inselspital, Centre hospitalier universitaire vaudois)
3. Bioinformatik (z.B. Swiss Institute of Bioinformatics, Functional Genomic Center Zürich)
4. Bildschaffende Analysenmethoden wie die Mikroskopie oder die Computer-Tomografie (z.B. EMPA, Universität Bern)

An Bedeutung wird die Zusammenarbeit mit dem Swiss Integrative Center für Human Health (SICHH) gewinnen, bei dem Agroscope ein Mitglied «der ersten Stunde» ist. Dieses Zentrum bietet nicht nur High-Tech-Ausrüstung, sondern auch Spezialisten für die optimale Nutzung der Geräte sowie für die Analyse und Interpretation der Ergebnisse.

Zu beachten sind auch die regionalen Initiativen, die stark an Bedeutung gewinnen (z.B. Cluster Food&Nutrition in der Hauptstadtregion, Agro-Food Innovation Park in der Ostschweiz, Cluster «FoodPlus Schweiz» der Kantone Zürich, Glarus und Schwyz und BioAlps – Lake Geneva Life Science Cluster). Sie können eine wichtige Rolle spielen bei der Bildung von food innovation networks (COIN-Methode).

Agroscope arbeitet im Rahmen der Joint Programming Initiative «A healthy diet for a healthy life» (JPI HDHL) führend im FOODBALL (Food Biomarker Alliance) Konsortium mit, welches aus 20 Forschungsinstitutionen aus 9 europäischen Ländern sowie Kanada und Neuseeland besteht.



**Projekte des SFF 10:
Qualität und Produktinnovation von Lebensmitteln fördern**

***Projets du CSR 10:
Promotion de la qualité des denrées alimentaires et de
l'innovation en matière de produits***

18.10.12.09.01	Qualität pflanzlicher Produkte
18.10.15.07.01	Amélioration et analyse de la qualité des vins suisses
18.10.18.02.01	Mikrobielle Systeme in Käse
18.10.18.02.02	Optimierung der Käsequalität durch Praxisversuche und Wissenstransfer – Fachstelle IDF / Codex Alimentarius
18.10.18.03.02	Entwicklung von mikrobiellen Kulturen zur Förderung der Qualität, Sicherheit, Authentizität und Einzigartigkeit sowie zum Nachweis der Herkunft von Käse und weiteren fermentierten Lebensmitteln
18.10.18.03.03	Réguler le microbiome des denrées alimentaires par la biopréservation
18.10.18.03.04	Produktion von mikrobiellen Kulturen
18.10.18.05.01	Verbesserung des Ernährungsprofils von Lebensmitteln durch Fermentation
18.10.18.06.02	Qualitätswahrnehmung von traditionellen und alternativen proteinhaltigen Lebens- mitteln durch Schweizer Konsumenten



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.10.12.09.01

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Qual-3P

Nr. Bereich.

12

Kompetenzbereich Pflanzen und pflanzliche Produkte

Nr. Gruppe

12.9

Produktequalität und -innovation

Projektleitung/Stellvertretung

Sonia Petignat-Keller / Jonas Inderbitzin

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	1480
Beitrag zu SFF	10
Beitrag zu weitem SFF	02,03,05

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	3.26, 5.7, 13.39, 13.111, 13.57, 13.62, 13.75, 13.79, 18.9, 18.170, 18.175, 18.176, 27.4, 27.7, 27.11, 27.14
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☐ ja ☒ nein

Titel Originalsprache

Qualität pflanzlicher Produkte

Qualität pflanzlicher Produkte

Quality of Plant Products

(fruit, vegetables, quality, sensory, consumer science, analytics, distillates, NIRS)

Ausgangslage und Problemstellung

Gesund, ressourcenschonend, wertorientiert und zugleich genussvoll: Laut einer Studie im Rahmen des Zukunftsforums von Nestlé werden dies in Zukunft die ausschlaggebenden Attribute unserer Ernährung sein. Sich verändernde Konsumentenbedürfnisse (Convenience, Gesundheit, Selbstoptimierung, etc.) und Wertvorstellungen (Umwelt- und Ressourcenschonung, Ethik, Regionalität, etc.) führen zu einem starken Qualitäts- und Innovationsdruck. In einem liberalisierten Marktumfeld sind dabei qualitative Differenzierungsstrategien immer wichtiger.

Zurzeit isst die Schweizer Bevölkerung im Mittel zu wenig pflanzliche Lebensmittel, obwohl diese einen deutlich positiven Beitrag zur Erhaltung der Gesundheit leisten können. Der Konsum von einheimischen Früchten und Gemüse hat in den letzten Jahren sogar abgenommen (SOV 2016). Gemäss der nationalen Ernährungserhebung "menuCH" (BLV 2017) essen lediglich 12.4 % der Befragten täglich mindestens 5 Portionen Früchte und Gemüse.

Unter diesen Gesichtspunkten ist eine Förderung von genussvollen und qualitativ hochwertigen pflanzlichen Produkten, welche den unterschiedlichen Konsumentenbedürfnissen entsprechen, noch stärker zu gewichten. Dies soll durch sensorische und instrumentelle Analytik (chemisch, physikalisch) gewährleistet werden. Zusätzlich ermöglichen neue, nicht destruktive Methoden ressourceneffizientere Qualitätsmessungen.

Eine zusätzliche Problemstellung in Zusammenhang mit pflanzlichen Produkten liegt im immensen "Food Loss" und „Food Waste“. Neben Backwaren bilden Früchte und Gemüse den grössten Anteil des vermeidbaren Food Waste (Visschers et al. 2016). Gezielte Information von Produzenten, Lagerhaltern und Konsumenten und das Aufzeigen von innovativen Verwendungs- sowie Verarbeitungsmöglichkeiten werden wichtig sein, um diesem Problem entgegenwirken zu können.

- Nestlé; Zukunftsstudie; www.nestle.de/zukunftsstudie; März 2017.
- Schweizer Obstverband; Jahresbericht 2016; www.swissfruit.ch; Februar 2017.
- Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen BLV; Früchte- und Gemüsekonsum in der Schweiz 2014/15; www.blv.admin.ch; März 2017.

- Vivianne H.M. Visschers, Nadine Wickli, Michael Siegrist; Sorting out food waste behaviour: A survey on the motivators and barriers of self-reported amounts of food waste in households; Journal of Environmental Psychology 45 (2016) 66-78.

Ziele und Forschungsfragen

Das Projekt verfolgt mit dem grundlegenden Ansatz des Kettenmanagements das Ziel, die Qualität der inländischen pflanzlichen Produkte (im Speziellen Früchte und Gemüse) von der Ernte bis auf den Teller bzw. ins Glas des Konsumenten zu halten und zu verbessern. Dabei steht das Streben im Vordergrund, die Rolle der pflanzlichen Produkte sowohl in der Ernährung als auch für die Herstellung qualitativ hochstehender Lebensmittel zu verstärken. Das Projekt gliedert sich in vier Module mit folgenden Zielen und Aufgaben:

1. Sensorik: (OB)

Ziel: Für den Markterfolg von neuen Produkten, inkl. neuen Züchtungen (vgl. Projektskizze 18.03.14.2.01), sind sensorische Eigenschaften von zentraler Bedeutung. Bei der Förderung und Entwicklung von gesunden, ressourcenschonenden, innovativen und nachhaltig produzierten Lebensmitteln sollen die Bedürfnisse der Konsumenten, insbesondere sensorische Vorlieben, von Anfang an erfasst und miteinbezogen werden. Basierend auf der Zielsetzung einer Stärkung von pflanzlichen Produkten in der Ernährung soll mithilfe der Sensorik und Konsumentenforschung neues Wissen bezüglich Präferenzen und Abneigungen von verschiedenen Konsumenten-segmenten in der Schweiz generiert werden. Das Festlegen der Forschungsfragen erfolgt dabei in engem Kontakt mit Forschungspartnern (FG Humanernährung, Sensorik und Aroma (Projektskizze 10.18.6.02), Obstzüchtung (Projektskizze 18.03.14.2.01), Extension Obstbau (Projektskizze 18.02.12.6.01), ETHZ, ZHAW, HAFL, Land- und Forstwirtschaftliches Versuchszentrum Laimburg) und der Praxis. Anliegen von Produzenten und Konsumenten werden aufgenommen und priorisiert. Die FG ist dank Kundenprojekten, Panels, Begleitgruppen und Foren stark mit der Praxis vernetzt.

Aufgaben:

- Erfassung von Konsumentenbedürfnissen/Trends, Treiberanalysen
- Produktkonzepttests, Produktdifferenzierung, Marktpositionierung, Produkteinnovation
- Sortencharakterisierung und Sortenvergleiche, Shelf Life Verhalten
- Erfassung des Einflusses von Inhaltsstoffen, Verarbeitungsparametern, Verpackung, Anbauvarianten, Pflanzenkrankheiten und Lagerungstechniken auf sensorische Eigenschaften

2. Destillate DARF (Drittmittelfinanziert):

Ziel: Destillate sind in der Schweiz Nischenprodukte (Jahresproduktion ca. 16'000 hLrA im Vergleich zu 83'000 hLrA Import, Alkohol in Zahlen 2016 EAV). Diese werden von ca. 600 gewerblichen Brennern und mehreren Tausend Landwirten hergestellt. Seit der Einführung der Einheitssteuer im Jahre 1999 hat die inländische Produktion über 50% Marktanteile verloren. Die in der Schweiz produzierten Spirituosen sind Premium Produkte im Hochpreissegment. Sie zeichnen sich durch eine hohe degustative Qualität aus. Der Konsument nimmt die Spirituose als Genussmittel in kleinen Mengen zu sich und erfreut sich an deren Tradition. Inländische Topprodukte sollen dank bester Qualität die verlorenen Marktanteile zurück erobern. Agroscope unterstützt die Branche in langjähriger Zusammenarbeit mit dem Zoll (ehemals EAV) durch praxisorientierte Forschung und Entwicklung. Dadurch wird zur qualitativen Verbesserung und Qualitätssicherung der CH-Destillate beigetragen. Praxisbezogene Problemstellungen werden via DARF (Destillate Agroscope Régie Fédérale des alcools) und der zuständigen Begleitgruppe eruiert und priorisiert.

Aufgaben:

- Forschung und Entwicklung auf qualitätsfördernden Technologien vom Rohmaterial bis zum fertigen Destillat, inklusive Hilfestellung zur Vermeidung von Food Loss (zB. Mitarbeit in der Agroscope Taskforce KEF)
- Branchenorientierte Kursmodule (Einmaischen und Vergären von Rohstoffen, Brenntechnik sowie Aufbereitung)
- Unterstützung bei Edelbrand-Prämierungen zur Förderung der Qualität von Schweizer Edelbrände

3. NIR-Analytik (Drittmittelfinanziert):

Ziel: Agroscope unterstützt den Projektpartner Migros bei der Entwicklung und Anwendung der NIR-Technologie für die Qualitätskontrolle von Früchten und Gemüse.

Aufgaben:

- Erstellen und Unterhalt von Kalibrationsmodellen für die nicht-desktruktive Qualitätserfassung (Ressourceneffizienz, Verringerung Food Loss)
- Wissenschaftlich-technischer Support des NIR-Qualitäts-Systems (NQS)
- Entwicklung einer Modellfrucht für den Kalibrationstransfer

4. Technisch analytische (chemisch, physikalisch) und statistische Forschungszusammenarbeit: (CO-Finanzierung)

Ziel: Fachliche Zusammenarbeit bei Agroscope Projekten und mit externen Vertragspartnern (Laimburg, ZHAW) in Bezug auf innere und äussere Qualität sowie Verarbeitung pflanzlicher Produkte. Durch Analyseaktivitäten und statistische Auswertungen werden Entscheidungsgrundlagen für den Obstbau sowie die Sortenzüchtung und -prüfung bereitgestellt.

Aufgaben:

- Hilfestellung bei technischen Fragen der Verarbeitungsprozesse
- Chemisch physikalische Analytik (Festigkeit, Farbe, Zucker, Säure, Antioxidatives Potential)
- Gruppenübergreifende Hilfestellung bei statistischen Analysen für den Standort Wädenswil

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 10 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

- Durch analytische und sensorische Messungen sowie Verarbeitungsversuche werden Wege aufgezeigt, um die Qualität pflanzlicher Produkte vom Feld bis zum Konsumenten zu optimieren.
- Durch Sortenversuche sowie die Förderung von regionalen Produkten wird die Differenzierung gefördert.
- Durch die gezielte Erfassung des Konsumentenverhaltens werden Wege aufgezeigt, wie die Rolle der pflanzlichen Produkte aus dem Inland in der Ernährung gestärkt und Food Waste / Loss vermindert werden kann.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 2: Spezifische Auswirkungen von ressourceneffizienten Anbaumethoden und –systemen auf die sensorischen und verarbeitungstechnischen Eigenschaften von Spezialkulturen werden erfasst.

zu SFF Nr. 3: Neue Pflanzenzüchtungen müssen marktfähig sein. Von zentraler Wichtigkeit sind hierfür sensorische und verarbeitungstechnische Eigenschaften sowie die Akzeptanz bei den Konsumenten. Für ausgewählte Sorten werden diese Eigenschaften erfasst.

zu SFF Nr. 5: Nachhaltige und risikoarme Methoden für den Pflanzenschutz sollen die Qualität der Produkte möglichst nicht negativ beeinflussen. Für ausgewählte Pflanzenschutz Strategien soll der Einfluss auf sensorische und verarbeitungstechnische Eigenschaften geprüft werden.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

(Beschreibung)

Material und Methoden (grob skizziert)

Sensorik:

Die verwendeten Methoden zur Analyse von objektiven sensorischen Eigenschaften und zur Erfassung von Konsumentenpräferenzen und -bedürfnissen, beziehen sich auf DIN/ISO Normen sowie Standardwerke (Lawless H. T., Heymann H.; Sensory Evaluation of Food - Principles and Practices. Springer, 1998). Neuere Methoden sind in Publikationen beschrieben (Beispielsweise: Delarue J., Lawlor J. B., Rogeaux M.; Rapid Sensory Profiling Techniques and Related Methods - Applications in New Product Development and Consumer Research, Woodhead Publishing, 2015). Ergänzend zu den Methoden der Sensorik und Konsumentenforschung werden instrumentelle Messungen mittels Gaschromatographie (SmartNose), FTIR-Spektroskopie, Widerstandsmessungen sowie Photometrie durchgeführt.

Destillate:

Basis Methodensammlung Schweizerisches Lebensmittelbuch, Herausgeber Bundesamt für Gesundheit BAG
Verordnung des EDI über Getränke (817.022.12)

Verordnung des EDI über Fremd- und Inhaltsstoffe (FIV) SR 817.021.23

Verordnung des EDI über Aromen und Lebensmittelzutaten mit Aromaeigenschaften in und auf Lebensmitteln

Verordnung des EDI über die Höchstgehalte für Kontaminanten (817.022.15)

Verordnung des EDI über zulässige Zusatzstoffe (ZuV) SR 817.021.31

NIR Analytik:

Die angewandten Methoden werden in Publikationen beschrieben oder referenziert. Daten von Versuchen sind nach einem vereinbarten System abgelegt und leicht auffindbar.

Technisch analytische und statistische Forschungszusammenarbeit:

Für die Standardmethoden besteht eine Agroscope-interne Methodensammlung, welche aktuell gehalten wird. Daten von Versuchen sind nach einem vereinbarten System abgelegt und leicht auffindbar.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Aprea E., Charles M., Endrizzi I., Corollaro M. L., Betta E., Biasioli F., Gasperi F.; Sweetness is one of the main drivers of Sweet taste in apple: the role of sorbitol, individual sugars, organic acids and volatile compounds. Scientific Reports, 7, 1-10, 2017.
- de Hooge, I. E., Oostindjer M., Aschemann-Witzel J., Normann A., Mueller Loose S., Lengard Almli V.; This apple is too ugly for me!: Consumer preferences for suboptimal food products in the supermarket and at home. Food Quality and Preference, 56, 80-92, 2017.

- Feldmann C. and Hamm U.; Consumers' perceptions and preferences for local food: A review. Food Quality and Preference, 40, 152-164, 2015.
- Inderbitzin J. und Christen D.; Vielversprechende Birnenzüchtungen im Test. Obstbau, 11, 649-654, 2015.
- Inderbitzin J., Robmini S., Kellerhals M.; Untersuchung von Präferenzen und deren Einflussfaktoren für ausgewählte Apfelsorten in der Schweiz. Mitteilungen Klosterneuburg, 65, 107-120, 2015.
- Inderbitzin J., Schütz S., Perren S., Kellerhals M.; «Snackapfel» – Frucht mit Potenzial?. Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau, 16, 11-14, 2017.
- Laaksonen O., Knaapila A., Niva T., Deegan K. C., Sandell M.; Sensory properties and consumer characteristics contributing to liking of berries. Food Quality and Preference, 53, 117-126, 2016
- Lazzarini, G. A., Visschers, V. M. H., Siegrist, M.; Our own country is best: Factors influencing consumers' sustainability perceptions of plant-based foods. Food Quality and Preference 60, 165–177, 2017.
- Meyerding S. G. H.; Consumer preferences for food labels on tomatoes in Germany – A comparison of a quasi-experiment and two stated preference approaches. Appetite, 103, 105-112, 2016.
- Verain M. C. D., Sijtsema S. J., Antonides G.; Consumer segmentation based on food-category attribute importance: The relation with healthiness and sustainability perceptions. Food Quality and Preference, 48, 99-106, 2016.
- Vigneau E., Qannari E. M., Navez B., Cottet V.; Segmentation of consumers in preference studies while setting aside atypical or irrelevant consumers. Food Quality and Preference, 47, 54-63, 2016.
- Heiri, M., Klauser, E., Petignat-Keller, S., Bongartz, A.; Sortenreine Kartoffel-Destillate - Breites Aromaspektrum vertreten. Mitteilungen Klosterneuburg, Vol. 66/2016, S 146-152
- Perrino, M., Heiri, M., Petignat-Keller, S., La mouche du vinaigre – comment minimiser les dommages sur les cerises à distiller . Revue Suisse Viticulture Arboriculture Horticulture Vol 49 (4)17, S230-233
- Petignat-Keller, S., Inderbitzin, J. Fachgremium Cidre SZOW 7/2016, S 24

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Gesund, ressourcenschonend, wertorientiert und zugleich genussvoll ist das Motto im Projekt Qual-3P. Ziel ist die Qualität der inländischen pflanzlichen Produkte - im Speziellen Früchte und Gemüse - von der Ernte bis auf den Teller bzw. ins Glas des Konsumenten zu halten und zu verbessern. Dabei steht das Streben im Vordergrund, die Rolle der pflanzlichen Produkte sowohl in der Ernährung als auch für die Herstellung qualitativ hochstehender Lebensmittel zu stärken.

Durch die Förderung von qualitativ hochwertigen, gesunden, genussvollen und auf die unterschiedlichen Konsumentenbedürfnisse abgestimmten pflanzlichen Lebensmittel, soll der Konsum von Schweizer Obst und Gemüse und deren Verarbeitungsprodukte erhöht und damit die Gesundheit der Schweizer Bevölkerung positiv beeinflusst werden. Durch die Generierung und die Weitergabe von Wissen bezüglich spezifischer Problemstellungen von der Ernte bis auf den Teller bzw. ins Glas des Konsumenten, werden Produzenten von inländischen pflanzlichen Produkten unterstützt. Dies wird insbesondere durch sensorische und instrumentelle Analytik, Produktinnovationen, Erfassung von Konsumentenbedürfnissen sowie durch die Erforschung neuer Technologien, inklusive nicht-destruktiver Qualitätsmessungen, gewährleistet.

Genehmigung des Projektes

Datum: 24.08.2017	Visum FGL: peso
Datum: 31.08.2017	Visum FBL / KBL: kewi
Datum: 02.10.2017	Visum V SFF: i.V. waba



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Agroscope

Programme d'activité

N° de projet

PA 2018-2021

18.10.15.07.01

Désignation abrégée/acronyme du projet (max. 20 caractères)

Amélioration_vins

N° Domaine

15

Systèmes de production Plantes

N° Groupe

15.7

Oenologie

Chef-fe de projet/suppléant-e

Johannes Rösti / Fabrice Lorenzini

Durée du projet

Début du projet

Fin du projet

4 ans

2018

2021

Projet

Total des jours de travail sans fonds tiers	4096
Contribution au CSR	10
Contribution à d'autres CSR	2, 3

Enquête sur les besoins: contribution à la demande n°	13.24, 29.3, 29.26, 29.41, 29.42, 29.48
Le projet contient des travaux financés par des fonds tiers	☒ oui ☐ non
Le projet contient une contribution à l'agriculture biologique	☒ oui ☐ non

Titre dans la langue originale

Amélioration de la qualité des vins suisses, techniques œnologiques, contrôles et développements analytiques

Amélioration et analyse de la qualité des vins suisses

Improvement and analysis of the quality of swiss wines

aroma, FTIR, sulfite, export, origin, polyphenols

Situation initiale et problématique

Pour augmenter leur compétitivité sur un marché toujours plus concurrentiel, les aliments issus de l'agriculture suisse doivent se distinguer par une excellente qualité et une valeur ajoutée par rapport à des produits industriels ou importés. Celles-ci ne peuvent être obtenues que si toutes les étapes de la production du champ à l'assiette sont effectuées de façon optimale et mesurée par des méthodes ou techniques analytiques fiables et performantes. Dans cette optique pour la filière viti-vinicole, des travaux de recherche aussi bien œnologiques qu'analytiques sont nécessaires pour contribuer à valoriser la qualité des vins suisses ou à résoudre ou prévenir certains problèmes œnologiques. Les positions ou les évolutions relatives à la législation viti-vinicole nationale et internationale doivent également être considérées et nécessitent, le cas échéant, une participation à des travaux collaboratifs liés à des développements technologique ou analytiques.

En étroite collaboration entre les groupes Viticulture, Oenologie, Qualité des vins et Extension viticulture les aspects suivants sont ainsi considérés :

1. Aspects œnologiques :

L'expression aromatique d'un vin est une des premières perceptions du consommateur lors de la dégustation. Il est donc indispensable pour le succès commercial d'un vin de présenter un profil aromatique unique, stimulant et évoluant de manière positive dans le temps. Le profil des composés azotés et le manque de précurseurs aromatiques dans le moût seront à l'origine de l'apparition de certains faux goûts. La transformation des précurseurs en composés aromatiques pourrait être favorisée par le métabolisme levurien. La gestion de l'oxydation (inertage, sulfites, glutathion etc.) tout au long de la transformation et lors du conditionnement, de même que le vieillissement participent également à l'évolution aromatique de ces vins et doivent donc être intégrés. D'autre part la caractérisation de marqueurs

chimiques (arômes, composés phénoliques etc.) dans les vins qui corrélerent avec les faux goûts sera utile pour le soutien du conseil viti-vinicole et la recherche.

Un autre critère important pour le consommateur est l'aspect du vin. A côté de la couleur, la stabilité colloïdale, tartrique et protéique sont de facteurs importants dans ce contexte. Il convient donc de développer et tester des méthodes œnologiques maîtrisées, économiques et écologiques qui permettent une élaboration du vin avec un aspect plus stable. Un des effets du réchauffement climatique sur la production du vin est l'augmentation du pH des moûts et des vins. Malgré que ce phénomène puisse être intéressant d'un point de vue organoleptique il y a un impact important sur la dynamique microbienne de la vinification et l'efficacité des sulfites. Ceci est particulièrement le cas pour les vins issus de l'agriculture biologique sur lesquels l'utilisation des sulfites doit être limitée.

L'identification de l'origine géographique et de l'authenticité peut être déterminée grâce à la caractérisation isotopique de l'eau contenue dans le vin analysé. Cependant, cette identification n'est possible que par comparaison des résultats enregistrés avec une banque de données basée sur des échantillons de référence.

2. Aspects analytiques :

Notre laboratoire est mandaté par l'OFAG pour réaliser les analyses du contrôle des vins destinés à l'exportation (tâche légale, Factsheet Nr. 5). Accrédité ISO/CEI 17025, nous effectuons des analyses selon des méthodes de références, reconnues tant au niveau national qu'international. De ce fait, toute modification dans la législation suisse ou internationale nous oblige à adapter ou développer de nouvelles méthodes d'analyses (ex. agents conservateurs, allergènes). Sur le plan national et en tant que membre de la sous-commission des méthodes d'analyse de l'OIV (Organisation internationale de la vigne et du vin) nous sommes par ailleurs invités à proposer nos propres méthodes ou à participer à des essais collaboratifs afin de valider ces méthodes et d'en faire des références pour les autres laboratoires.

La mise en valeur des essais viticoles et œnologiques réalisés à Agroscope doit également pouvoir s'appuyer sur des analyses fiables, performantes et adaptées aux besoins. Dans ce but, il est nécessaire de contrôler, d'adapter ou développer nos techniques analytiques, notamment les techniques non destructives par infra-rouge (FTIR) indispensables au suivi analytique de tous les essais de notre recherche viti-vinicole. Le développement de méthodes d'analyse plus spécifiques permettant de faire le lien entre la perception gustative des vins, notamment des tanins pour les vins rouges, et un profil analytique distinctif contribue également et de manière significative à la mise en valeur des vins issus de l'expérimentation et par conséquent des vins suisses.

Objectifs et questions de recherche

1. Aspects œnologiques :

- 1.1 Détermination des seuils d'azote assimilables des moûts nécessaires pour différents cépages blanc et rouges. Développement de pratiques œnologiques (métabolisme levurien, protection contre l'oxygène) permettant de prévenir ou corriger les faux goûts. Identification des paramètres clés influençant le vieillissement des vins blancs notamment. Identification et validation de marqueurs chimiques pour les faux goûts et le vieillissement du vin notamment par métabolomique.
- 1.2 Principalement dans le cadre de l'Unité mixte de Recherche avec l'Ecole de Changins, développement des méthodes œnologiques économiques et écologiques qui permettent une élaboration du vin stable d'un point de vue colloïdale, tartrique et protéique. Mise au point et comparaison de méthodes d'analyse pour la détermination de la stabilité colloïdale, tartrique et protéique des vins.
- 1.3 Elaboration de conseils pratiques pour éviter le développement de micro-organismes non-désirables. Etude de l'influence des différents moyens de gérer la fermentation malo-lactique sur la qualité des vins rouges et blancs. Développement d'itinéraires œnologiques pour la réduction des sulfites dans les vins.
- 1.4 Sur mandat des instances de réglementation (OFAG, OSAV, CSCV) constituer une banque de données pluriannuelle, basée sur des vins de référence représentatifs de la vitiviniculture suisse, dont l'origine et l'élaboration sont authentifiées.

2. Aspects analytiques :

- 2.1 Remplir le mandat de l'OFAG concernant le contrôle des moûts de raisin, jus de raisin et vins destinés à l'exportation et maintenir l'accréditation selon ISO/CEI 17025 pour les analyses physico-chimiques des boissons d'origine viti-vinicole.
- 2.2 Participer à des groupes de travail sur le plan national ou international (OIV) pour développer ou valider de nouvelles méthodes d'analyses. Organiser des tests interlaboratoires pour les laboratoires suisses offrant des analyses de vins et de moûts.
- 2.3 En collaboration avec des partenaires externes (crédit tiers avec convention), consolider et développer de nouveaux paramètres FTIR par des contrôles réguliers et par des analyses d'échantillons les plus nombreux et variés possibles pour une validation à large échelle de notre technique analytique. Valoriser les données analytiques pertinentes, notamment celles liées à la problématique du stress hydro-azoté de la vigne et son incidence sur la qualité des vins.

2.4 Implémenter ou développer des méthodes analytiques spécifiques pour la caractérisation de la composition phénolique des vins blancs et rouges. Mettre au point une méthode de dosage et de caractérisation des tanins dans les vins rouges.

Contribution concrète au CSR n° 10 (décrire en quelques phrases la contribution concrète et les nouvelles connaissances relatives au CSR, en précisant clairement le lien thématique avec les questions de recherche formulées dans le CSR)

Le présent projet fait appel à la collaboration des groupes Viticulture, Œnologie, Qualité des vins et Extension viticulture. Par cette approche interdisciplinaire et globale il vise au renforcement de la qualité, de la spécificité et de la compétitivité des vins suisses par des techniques de production adaptées et des analyses fiables et discriminantes.

Les forts coûts de production du vin suisse ne peuvent être justifiés que par un produit unique et à forte valeur ajoutée. Ces objectifs peuvent être atteints par des petits et moyens producteurs qui élaborent des vins exprimant leur terroir et leur mode de production. Le présent projet vise à soutenir ces efforts par le développement d'itinéraires de production qui expriment l'origine du vin tout en maîtrisant les processus biotechnologiques et physico-chimiques complexes qui interviennent lors de son élaboration.

Contribution à max 3 autres CSR (décrire en quelques phrases la contribution concrète relative aux questions de recherche formulées dans le CSR)

au CSR n° 2 : Expression aromatique et analyses des marqueurs de qualité en lien avec les techniques culturales.

au CSR n° 3 : Caractérisation de la composition (composés phénoliques, arômes) et du processus de vinification des nouveaux cépages développés dans le cadre des projets de sélection.

Utilité principale pour l'agriculture biologique (dans le cas d'une contribution, la décrire concrètement en quelques phrases)

Développement d'itinéraires œnologiques pour la réduction des sulfites dans les vins. Ceci est particulièrement important pour les vins issus de l'agriculture biologique sur lesquels l'utilisation des sulfites doit être limitée.

Matériel et méthodes (description sommaire)

- Vignobles expérimentaux (Pully, Leytron, Changins, Cugnasco, WBZW) et caves expérimentales (Changins et WBZW)
- Vinifications pilotes (50-200L) ainsi que des vinifications industrielles (0.5-5hl)
- Procédures et méthodes du Manuel Qualité du laboratoire accrédité ISO/CEI 17025, N° registre STS 223
- Analyses multiparamètres par Spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier FTIR (Winescan)
- ISO 13528:2005 Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons

Bibliographie (toutes dernières connaissances / ne citer que quelques publications propres et étrangères scientifiques et axées sur la pratique)

- Ordonnance de l'OFAG sur le contrôle des vins destinés à l'exportation (RS 916.145.211)
- Chira K. et al., 2009. Grape variety effect on proanthocyanidin composition and sensory perception of skin and seed tannin extracts from bordeaux wine grapes (Cabernet Sauvignon and Merlot) for two consecutive vintages. J. Agric. Food Chem, 57 (2), 545-553
- Aznar O. et al., 2011. Determination of polyphenols in wines by liquid chromatography with UV spectrophotometric detection. J. Sep. Sci., 34, 527-535
- Office international de la vigne et du vin, 2017. Code international des pratiques œnologiques et Recueil des méthodes internationales d'analyse des vins et des moûts. <http://www.oiv.int>

**Teaser et résumé succinct du projet pour la communication/Internet
(Teaser: max. 400 caractères; résumé succinct: max. 800 caractères, espaces inclus)**

Les vins suisses doivent se distinguer par une excellente qualité et une valeur ajoutée par rapport à des produits industriels ou importés. Celles-ci ne peuvent être obtenues que si toutes les étapes de la production du vignoble au verre sont effectuées de façon optimale et mesurées par des méthodes ou techniques analytiques fiables et performantes.

Agroscope développe des itinéraires de production qui expriment l'origine du vin tout en maîtrisant les processus biotechnologiques et physico-chimiques complexes de son élaboration. Des travaux de recherche aussi bien œnologiques qu'analytiques sont menés pour révéler l'expression aromatique et gustative du vin en fonction du terroir et de garantir sa stabilité physique et microbiologique face au réchauffement climatique tout en réduisant l'utilisation de conservateurs comme les sulfites. Le laboratoire accrédité ISO/CEI 1705 est mandaté par l'OFAG pour réaliser le contrôle des vins à l'exportation. Il développe constamment des techniques analytiques plus rapides (infra-rouge) et plus spécifiques et participe à l'identification de l'origine géographique des vins suisses.

Approbation du projet

Date:	31-08-2017	Visa R GR:	rsjo / lofa
Date:	02-09-2017	Visa R DR / R DC:	cach
Date:	02.10.2017	Visa R CSR:	i.V. waba



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.10.18.02.01

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Käsemikrobiom

Nr. Bereich.

18

(Mikrobielle Systeme von Lebensmitteln)

Nr. Gruppe

18.2

Käsequalität und Authentizität

Projektleitung/Stellvertretung

Daniel Wechsler / Hélène Berthoud

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	4450
Beitrag zu SFF	10
Beitrag zu weitem SFF	8, 9

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	8.7, 17.11; 17.12; 17.17; 17.26; 17.27; 17.28, 17.29, 17.31; 17.37; 17.42
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☐ ja ☒ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Qualitative und quantitative Charakterisierung der mikrobiellen Systeme in Käse und deren metabolischen Eigenschaften zur Optimierung der Qualität von Schweizer Käse

Mikrobielle Systeme in Käse

Microbial systems in cheese

raw milk cheeses, microbial community, cheese cultures, lactic acid bacteria, contaminants, metabolism, cheese ripening, cheese quality, cheese defects

Ausgangslage und Problemstellung

In der Schweiz werden über 40% der Verkehrsmilch zu Käse verarbeitet. Schweizer Käse sind dank ihrer Natürlichkeit, Sicherheit und Qualität bei den Konsumentinnen und Konsumenten im In- und Ausland sehr beliebt und geniessen grosses Vertrauen. Der schweizerische Pro-Kopf-Konsum von Käse liegt bei 21.5 Kilo, wovon 70% auf inländische Käse entfallen. Käse ist das wichtigste landwirtschaftliche Export-Produkt der Schweiz. Jährlich werden etwa 68'000 Tonnen Käse mit einem Wert von über 600 Millionen Franken exportiert. Dies entspricht etwa einem Drittel der in der Schweiz produzierten Käse. Die Produktion von Käsereimilch und deren dezentrale Verarbeitung in gewerblichen Betrieben leisten einen wichtigen Beitrag für die Wertschöpfung in ländlichen Gebieten. Der Margendruck im Käseexport als Folge der Frankenstärke sowie die stetig wachsenden Sicherheits- und Qualitätsanforderungen sind gewichtige Herausforderungen, die den Strukturwandel in der Käsebranche hin zu grösseren Betrieben beschleunigen. Damit verbunden, steigt in der Beratung von Käsereien auch der Bedarf nach kostengünstigeren und leistungsfähigeren Analyseverfahren zur Überwachung der Rohmilch- und Käsequalität. Die Früherkennung und effiziente Behebung der Ursachen von Qualitätsproblemen mit modernsten Methoden ist für die Minimierung von Fehlerkosten und die Lenkung der Käsequalität ausgesprochen wichtig. Mit der Entwicklung neuer chemischer, biochemischer und molekularbiologischer Methoden hat Agroscope im Arbeitsprogramm 2014-17 wichtige Beiträge für die Weiterentwicklung der Käseanalytik und die Sicherstellung der Qualitätsführerschaft der Käsebranche geleistet.

Die Herstellung von Käse aus Rohmilch ist für die sensorische Differenzierung von grosser Bedeutung und im internationalen Wettbewerb ein wichtiges Alleinstellungsmerkmal. Etwa 45% der in der Schweiz hergestellten Käse werden aus Rohmilch hergestellt. Für die Beherrschung der Qualität und Sicherheit von Rohmilchkäse ist eine hervorragende

Rohmilchqualität unabdingbar. Neben der Rohmilchflora leisten die von Agroscope hergestellten Käsekulturen sowie traditionelle Fettsirtenkulturen einen wichtigen Beitrag für die Qualität und Differenzierung von Schweizer Käse. Der rasante Fortschritt bei molekularbiologischen Methoden und Verfahren wie z.B. Next Generation Sequencing und High Throughput qPCR erlaubt einen immer detaillierteren Einblick in die Zusammensetzung des Käsemikrobioms und eröffnet damit neue Möglichkeiten, die Biodiversität und metabolische Funktion von mikrobiellen Systemen in Käse besser zu verstehen. Interaktionen zwischen den Bestandteilen des Käsemikrobioms werden immer noch nur lückenhaft verstanden. Basierend auf Genomdaten und dem Wissen, das durch vertiefte Studien des Käsemikrobioms gewonnen werden kann, lassen sich massgeschneiderte Kultursysteme entwickeln, mit denen die Qualität von Käse optimiert werden kann. Andererseits ermöglicht dieses Wissen auch, mikrobielle Ursachen für die Entstehung von Käsefehlern zu erkennen und Fortschritte bei der Diagnostik von unerwünschten Keimen in Käse zu erzielen.

Ziele und Forschungsfragen

Im Rahmen des vorliegenden Projektes werden folgende Ziele und Forschungsfragen zur Förderung der Qualität und Wettbewerbsfähigkeit von Schweizer Käse angegangen:

1. Ausarbeitung der methodischen Grundlagen für die Charakterisierung des Mikrobioms von fermentierten Lebensmitteln mittels 16S Metagenome und Whole Genome Sequencing
2. Ausarbeitung der methodischen Grundlagen für die quantitative Bestimmung relevanter Mikroorganismen und Mikroorganismengruppen des Mikrobioms von fermentierten Lebensmitteln mittels High Throughput qPCR
3. Erweiterung des Wissens über die mikrobielle Biodiversität in Käse und deren Bedeutung für die Käsequalität
4. Untersuchung der Zusammensetzung und Entwicklung des Käsemikrobioms im Verlauf der Reifung
5. Identifikation von metabolischen Eigenschaften, die für Keime der Reifungsflora einen Wachstumsvorteil darstellen und die Qualität von Käse beeinflussen. (z.B. Aminosäurekatabolismus)
6. Erkennen und Verstehen von Interaktionen zwischen verschiedenen Mikroorganismengruppen des Käsemikrobioms und deren Auswirkungen auf die Qualität von Käse
7. Einfluss des Stoffwechsels ausgewählter Mikroorganismengruppen auf die Qualität und die Lebensmittelsicherheit von Käse (Ausreifbarkeit, Bildung von CO₂, Aromabildung, Bildung erwünschter oder unerwünschter Stoffe wie z.B. Vitamin K oder biogene Amine etc.)
8. Nutzung der erarbeiteten Grundlagen für Produktinnovationen in Zusammenarbeit mit der Praxis (Drittmittelprojekte)

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 10 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Stärkung der Qualitätsführerschaft und Wettbewerbsfähigkeit von Schweizer Käse. Die seit Jahren bestens etablierte Zusammenarbeit mit den thematisch verwandten Projekten Käsequalität (18.10.18.2.02), Kulturenentwicklung (18.10.18.3.02) und Biopréservation (18.10.18.3.03) wird im Arbeitsprogramm 18-21 fortgesetzt.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 8: Erweiterung der Kenntnisse über die mikrobielle Biodiversität in Käse. Eine enge Zusammenarbeit und gute inhaltliche Abstimmung mit dem Projekt Biodiversität in Lebensmitteln (18.08.18.3.01) ist vorgesehen.

zu SFF Nr. 9: Verbesserung der Lebensmittelsicherheit von Milchprodukten (Projekt 18.09.18.4.01)

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Die im Rahmen dieses Projektes gewonnen Erkenntnisse sind uneingeschränkt auch für die Herstellung von Bio-Käse nutzbar.

Material und Methoden (grob skizziert)

- Charakterisierung von Mikrobiomen in Lebensmitteln mittels 16S Metagenome, Whole Genome Sequencing und High Throughput qPCR
- Identifizierung und Nachweis von Hefen und Bakterien in fermentierten Lebensmitteln
- Untersuchung des Metabolismus ausgewählter Mikroorganismen mittels molekularbiologischer und biochemischer Analysen (genetic engineering und heterologous expression)
- Herstellung von Versuchskäsen mit ausgewählten Mikroorganismen im Pilot-Plant Massstab

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Wüthrich D., Berthoud H., Wechsler D., Eugster E., Irmeler S., Bruggmann R. (2017). The histidine decarboxylase gene cluster of *Lactobacillus parabuchneri* was gained by horizontal gene transfer and is mobile within the species. Front. Microbiol., <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00218>

- Berthoud H. Wüthrich D., Bruggmann R., Wechsler D., Fröhlich-Wyder M.-T., Irmeler S. (2016). Development of new methods for the quantitative detection and typing of *Lactobacillus parabuchneri* in dairy products. International Dairy Journal, <http://dx.doi.org/10.1016/j.idairyj.2016.10.005>
- Ascone P., Maurer J. Haldemann J., Irmeler S., Berthoud H., Portmann R., Fröhlich-Wyder M.-T., Wechsler D. (2016). Prevalence and diversity of histamine-forming *Lactobacillus parabuchneri* strains in raw milk and cheese - a case study. International Dairy Journal, <http://dx.doi.org/10.1016/j.idairyj.2016.11.012>
- Turgay M., Schaeren W., Wechsler D., Bütikofer U., Graber U. (2016). Fast detection and quantification of four dairy propionic acid bacteria in milk samples using real-time quantitative polymerase chain reaction. International Dairy Journal 61, 37-43
- Fröhlich-Wyder M.-T., Bisig W., Guggisberg D., Irmeler S., Jakob E., Wechsler D. (2015). Influence of low pH on the metabolic activity of *Lactobacillus buchneri* and *Lactobacillus parabuchneri* strains in Tilsit-type model cheese. Dairy Science & Technology 95, 569–585
- Guggisberg, D., Schuetz, P., Winkler, H., Amrein, R., Jakob, E., Fröhlich-Wyder, M.-T., Irmeler, S., Bisig, W., Jerjen, I., Plamondon, M., Hofmann, J., Flisch, A., Wechsler, D., (2015). Mechanism and control of the eye formation in cheese, International Dairy Journal, 47, 118-127.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Die Herstellung von Käse aus Rohmilch ist im internationalen Wettbewerb ein wichtiges Alleinstellungsmerkmal und trägt stark zur qualitativen und sensorischen Differenzierung bei. Kenntnisse der Biodiversität und der Stoffwechsel der mikrobiellen Flora von Käse sind dafür sehr wichtig. Mit der Entwicklung modernster Analysemethoden leistet Agroscope einen wichtigen Beitrag zur Sicherstellung der Qualitätsführerschaft von Schweizer Käse.

Käse ist das wichtigste landwirtschaftliche Export-Produkt der Schweiz. Rund ein Drittel der in der Schweiz produzierten Käse wird exportiert (ca. 68'000 Tonnen/Jahr, Wert ca. CHF 600 Millionen), wobei traditionelle Rohmilchkäse die höchsten Exportanteile aufweisen. Die Herstellung von Käse aus Rohmilch ist im internationalen Wettbewerb ein wichtiges Alleinstellungsmerkmal und trägt entscheidend zur qualitativen und sensorischen Differenzierung bei. Mit der Entwicklung neuer chemischer, biochemischer und molekularbiologischer Methoden leistet Agroscope wichtige Beiträge zur Sicherstellung der Qualitätsführerschaft von Schweizer Käse. Neue molekularbiologische Verfahren erlauben es, die Zusammensetzung und Funktion des Mikrobioms von Käse immer genauer zu untersuchen. Dies eröffnet neue Möglichkeiten, die Biodiversität und den Stoffwechsel der mikrobiellen Flora von Käse besser zu nutzen.

Genehmigung des Projektes

Datum: 13.07.2017	Visum FGL: weda
Datum: 13.07.2017	Visum FBL / KBL: a.i. waba
Datum: 13.07.2017	Visum V SFF: i.V. waba



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.10.18.02.02

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Käsequalität

Nr. Bereich.

18 Mikrobielle Systeme von Lebensmitteln

Nr. Gruppe

18.2 Käsequalität und Authentizität

Projektleitung/Stellvertretung

Ernst Jakob / Daniel Wechsler

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	3550
Beitrag zu SFF	10
Beitrag zu weitem SFF	6, 7, 8, 9

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	2.125, 17.4; 17.9; 17.10, 17.11, 17.12, 17.13, 17.17; 17.25; 17.26; 17.27; 17.31; 17.37; 17.42, 23.143, 23.154
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☐ ja ☒ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Optimierung der Käsequalität durch Praxisversuche und Wissenstransfer - Fachstelle IDF / Codex Alimentarius

Käsequalität

Cheese quality

Cheese quality, milk quality, livestock husbandry, milk treatment, microbial contamination, technological properties, analytical methods

Ausgangslage und Problemstellung

Jährlich werden in der Schweiz rund 185'000 Tonnen Käse hergestellt. Davon entfallen rund 70% auf gereifte Käse, von denen ein Grossteil in gewerblichen Käsereien hergestellt wird. Mehr als 60% der gereiften Käse werden aus nicht pasteurisierter Milch hergestellt, die meisten Käse mit geschützter Ursprungsbezeichnung sogar aus reiner Rohmilch. Viele Schweizer Käsesorten zeichnen sich zudem durch eine natürliche und vergleichsweise lange Reifung aus, was sie anfälliger für zahlreiche Käsefehler macht. Der Strukturwandel in der Käsereibranche hat dazu geführt, dass die Zahl der Schadenfälle zwar abgenommen hat, die Verluste infolge von Qualitätsmängeln aber gleichwohl zugenommen haben. Erklärungen hierfür sind die grösseren Produktionschargen, die im Schadenfall betroffen sind, steigende Anforderungen an die Käsequalität, Veränderungen im Bereich der Milchproduktion (Fütterung, Stallhaltung, Melktechnik, Genetik) mit Auswirkungen auf die Käsereitauglichkeit der Milch, wechselnde Herkunft der Milch etc. Die Milchwirtschaft ist darum in hohem Masse auf Instrumente zur Überwachung der Milchqualität angewiesen. Es gilt aber auch, bestehende Methoden zu pflegen und qualitativ abzusichern. Wichtig für die Käsereibranche ist zudem die Früherkennung von neuen Herausforderungen hinsichtlich der Qualität, Sicherheit und Wettbewerbsfähigkeit von Schweizer Käse. Dazu sind je nach Fragestellung auch wissenschaftliche Abklärungen und ein rascher und breiter Wissenstransfer in die Praxis erforderlich.

Ziele und Forschungsfragen

- Es sollen neue Methoden zur Beurteilung der Käsereitauglichkeit der Milch entwickelt oder evaluiert werden (Bsp. Labgerinnungsfähigkeit der Milch, Lipolyse).

- Bestehende Methoden zur Beurteilung der Milchqualität sollen gepflegt und qualitativ abgesichert werden (Bsp: Durchführung von Proficiency Tests für die Quantifizierung käseschädlicher Keime in Rohmilch).
- Früherkennung von neuen Herausforderungen hinsichtlich der Qualität, Sicherheit und Wettbewerbsfähigkeit von Schweizer Käse durch die enge Zusammenarbeit mit Sortenorganisationen und dem Käsehandel sowie durch internationalen Austausch im Rahmen der Fachstelle IDF / Codex Alimentarius (Fortführung im Auftrag der Schweizer Milchwirtschaft)
- Konkrete Fragestellungen im Rahmen von Käsereitechnologischen Versuchen (Pilot Plant, Praxisversuche) bearbeiten.
- Gewonnenes Wissen wird durch den Unterricht an Fachhochschulen, die Weiterbildung von milchwirtschaftlichen Lehrkräften, Beratern sowie Berufsleuten und durch die Gutachtertätigkeit möglichst rasch in die Praxis fliessen.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 10 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Förderung der Qualitätsführerschaft von Schweizer Käse, Steigerung der Produktivität durch die Minimierung von Fehlerkosten (Food-Loss bei der Käsereifung), Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit von Schweizer Käse.
Zusammenarbeiten mit den Projekten Käsemikrobiom (18.10.18.2.01) und Kulturenentwicklung (18.10.18.3.02).)

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 8: Weiterentwicklung der Analytik zur Beurteilung der Rohmilchqualität (bakteriell., chemisch, biochem.)

zu SFF Nr. 9: Verbesserung der Lebensmittelsicherheit von Käse

zu SFF Nr. 6: Vermeidung Negativer Auswirkungen von Tierhaltung, Tierzucht auf die Käsereitauglichkeit der Milch

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Die im Rahmen dieses Projektes gewonnen Erkenntnisse sind uneingeschränkt auch für die Herstellung von Bio-Käse nutzbar.

Material und Methoden (grob skizziert)

Praxisversuche
Pilot-Plant-Versuche
Laborexperimente
Praxisorientierte Publikationen
Vorträge
Lehrtätigkeit

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Jakob E., Eugster E. (2016). Lebensmittelsicherheit von Käse: Verfahren zur Behandlung von Käsereimilch. Agrarforschung Schweiz 7 (11-123) 476-483
- Vanbergue E. (2017). Facteurs de variations de la lipolyse spontanée du lait de vache et mécanismes biochimiques associés. Dissertation Université Bretagne, Agro Campus Ouest, Rennes F.
- Jakob E., Goy D., Haldemann J., Badertscher R. (2013). Melkroboter in der Käsereimilchproduktion mit Verbesserungspotenzial. Agrarforschung Schweiz 4 (6): 256–263
- Jakob E., Amrein R., Turgay M., Winkler M. (2016). Propionsäurebakterien in der Rohmilch und deren Bedeutung für die Qualität von Hart- und Halbhartkäse. Agroscope transfer Nr. 133
- Jakob E. (2012). Kappa-caséine E – une variante de protéine de lait non fromageable. Bulletin swissherdbook 6/2012

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Hundert KMUs im ländlichen Raum produzieren 80% der gereiften Schweizer Käse, meist Käse aus unpasteurisierte Milch. Ihre Herstellung ist anspruchsvoll und stellt höchste Anforderungen an die Milchqualität. Agroscope untersucht den Einfluss neuer Entwicklungen in der Milchproduktion auf die Verkäsbarkeit der Milch und schafft Handlungswissen, um die gewerbliche Käsefabrikation hinsichtlich Wirtschaftlichkeit, Qualität und Sicherheit zu optimieren.

Ein Drittel der in der Schweiz produzierten Milch fliesst in die Herstellung von gereiftem Käse. Rund 80% der Produktionsmenge entfallen auf ca. 600 gewerbliche Käsereien, die mehrheitlich nicht pasteurisierter Milch verarbeiten. Viele Schweizer Käsesorten zeichnen sich durch eine natürliche und vergleichsweise lange Reifung aus, was ihre Herstellung

besonders anspruchsvoll macht. Neue Entwicklungen in der Milchproduktion können sich, wie Beispiele in der Vergangenheit gezeigt haben, negativ auf die Verkäsbarkeit der Milch und die Käsequalität auswirken. Zu nennen sind insbesondere Fütterung, Stallhaltung, Melktechnik und Tiergenetik. Die gewerblichen Käsereien und die Sortenorganisationen sind stark darauf angewiesen, dass sich die landwirtschaftliche Forschung diesen Fragen annimmt.

Genehmigung des Projektes

Datum: 29.09.2017	Visum FGL: jaer
Datum: 02.10.2017	Visum FBL / KBL: i.A. waba
Datum: 02.10.2017	Visum V SFF: i.V. waba



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.10.18.03.02

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Kulturenentwicklung

Nr. Bereich.

18 Mikrobielle Systeme von Lebensmitteln (MSL)

Nr. Gruppe

18.3 Kulturen, Biodiversität und Terroir

Projektleitung/Stellvertretung

Petra Lüdin / John Haldemann

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	3620
Beitrag zu SFF	10
Beitrag zu weitem SFF	8, 9

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	17.2; 17.10; 17.24; 17.28, 17.30, 17.35; 23.137
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Entwicklung von mikrobiellen Kulturen zur Förderung der Qualität, Sicherheit, Authentizität und Einzigartigkeit sowie zum Nachweis der Herkunft von Käse und weiteren fermentierten Lebensmitteln

Kulturenentwicklung

Developpement of microbial cultures

starter culture, proof of origin, AOP

Ausgangslage und Problemstellung

Ausgangslage:

Agroscope verfügt über eine einzigartige Sammlung von mikrobiellen Isolaten, welche während den letzten 100 Jahren gesammelt und eingepflegt wurden. Darin enthalten sind sozusagen die Fingerabdrücke des Herzstückes jedes Käses: die bakteriellen Kulturen. Bei der Herstellung von Käse und allen anderen fermentierten Lebensmitteln geben die Mikroorganismen dem Produkt die entscheidenden Charakteristika. Sie beeinflussen massgeblich die Säuerung, Lochbildung, Textur sowie das Aroma und sind damit entscheidend für die Qualität, Differenzierung und Authentizität der fermentierten Lebensmitteln. Dass verlässliche Kulturen zu einer konstanten Produktqualität und Sicherheit beitragen und damit zu einem entscheidenden wirtschaftlichen Vorteil führen, ist schon lange bekannt. Hersteller von Schweizer fermentierten Produkten wollen die Kulturen nicht aus dem Ausland beziehen und die Produktion mit lokalen Rohstoffen nimmt erneut an Wichtigkeit zu. Mit dem AOP-Siegel werden Kulturen mit Bezug zum Terroir oder sogar eigene AOP Kulturen Teil des Pflichtenheftes und die Nutzung von eigenen Kulturen wird teilweise vom BLW als Voraussetzung zum Erhalt des AOP-Siegels auferlegt. Mehrere Sortenorganisationen haben Agroscope mit der Entwicklung von Exklusiven AOP-Kulturen beauftragt.

Die Liebefelder Rohmischkulturen (RMK) sind weltweit einzigartig und gewinnen in Zeiten mit zunehmend keimarmer Milch weiter an Bedeutung. Sie sind zuverlässig und wenig anfällig auf Phagen. Das Sortiment muss gepflegt und bei Bedarf angepasst werden um der Praxis lückenlos einwandfreie und in genügender Auswahl Starterkulturen anzubieten. Auch durch den Wandel in der Nachfrage (z.B. weniger traditionelle Hartkäse aber mehr Spezialitäten-Halbhartkäse) besteht ein Bedarf an neuen, innovativen Kulturen. So kann z.B. das Aroma und die Lagerfähigkeit der Emmentaler auch über die Auswahl der Propionsäurebakterien beeinflusst werden. Ausserdem schützen ausgetüftelte Agroscope

Kulturen traditionelle Käsesorten vor Fälschungen: die sogenannten Herkunftsnachweiskulturen (HNK) wurden erfolgreich für Emmentaler AOP, Tête de Moine AOP und Appenzeller eingeführt und weitere Forschungsaufträge wurden erteilt.

Problemstellung:

Fermentierte Produkte sind komplexe Systeme und das gezielte Eingreifen und Steuern der Fermentation ist nicht trivial. Deshalb braucht es zur Zusammenstellung von neuen Kulturen, profundes Wissen über die Keime und deren Stoffwechsel und Verständnis der Interaktionen in Abhängigkeit des Käse-Fabrikationsprozesses in der Praxis. Geeignete Screening-Methoden und der richtige Herstellungsprozess der Kultur (z.B. Mediumsbestandteile) müssen gefunden werden um effizient eine Auswahl aus den über 10'000 Isolaten der Stammsammlung treffen zu können. Viele Fragestellungen können erst im Pilotplant oder Praxisversuch geklärt werden und nur in enger Zusammenarbeit mit den Beratern und der Praxis gelingt die Entwicklung neuer Kulturen, die den Anforderungen aus der Praxis gerecht werden.

Ziele und Forschungsfragen

Ziele:

- Entwicklung von (exklusiven) Säuerungskulturen
- Entwicklung von neuen Herkunftsnachweiskulturen sowie Pflege und Unterhalt der bestehenden HNKs (HNK-ES, HNK-TdM und HNK-SOAK)
- Weiterentwicklung des Rohmischkultur (RMK) Sortimentes und Intensivierung des Wissens über diese undefinierte Mischkulturen
- Entwicklung einer neuen Propionsäurebakterienkultur zur Verbesserung des Flavors von Emmentaler AOP

Forschungsfragen:

- Nach welchen genotypischen und phänotypischen Eigenschaften muss gescreent werden um schnell und effizient die richtige Auswahl an Bakterien für neue Kulturen treffen zu können?
- Sind die neu entwickelten Kulturen sicher und für den menschlichen Verzehr geeignet (z.B. in Bezug auf Antibiotikaresistenzgene, Bildung von biogenen Aminen, Virulenzfaktoren etc.)?
- Welche Interaktionen fördern bzw. hemmen gewünschte (z.B. Säuerung, buttriges Aroma, Proteolyse) oder auch unerwünschte (z.B. malziges off-Flavor, D-Laktat Abbau) Eigenschaften? Wie müssen die Bakterien zusammengesetzt werden, damit die Kultur als Ganzes die erwünschten Eigenschaften bringt und gegen Phagen möglichst robust ist?
- Wie müssen HNK ausgewählt und hergestellt werden, damit sie den Herstellungsprozess und die Reifung überleben aber keine technologischen oder sensorischen Auswirkungen haben?
- Wie kann die Anwendung der Kulturen oder deren Darreichungsform weiter optimiert werden?
- Wie kann die Analytik optimiert und angepasst werden, damit der Nachweis auch von Keimen ohne Stoffwechsel kostengünstig, schnell aber korrekt gelingt?
- Kann durch ein geeignetes Screening und optimale Kombination von Bakterien eine Kultur zusammengestellt werden, welche zu einer schönen Lochung, gutem Geschmack und lagerfähigen Emmentaler Käsen führen?
- Wie setzt sich eine RMK im Detail zusammen und welche Faktoren führen zur Zuverlässigkeit und Stabilität von RMK über Jahrzehnte?

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 10 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF))

Förderung der Stärken der Schweizer Produkte und Verteidigung der Qualitätsführerschaft durch verlässliche, innovative, regionale und einzigartige Kulturen. Verstärkung der Differenzierung zur Konkurrenz durch ein breites Angebot und eine geschickte Auswahl an Kulturen. Die seit Jahren bestens etablierte Zusammenarbeit mit den thematisch verwandten Projekten Käsequalität (18.10.18.2.02), Käsemikrobiom (18.10.18.3.01), Kulturenproduktion (18.10.18.3.04) und Biopréservation (18.10.18.3.03) wird im Arbeitsprogramm 18-21 fortgesetzt.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 8: Erkenntnis über die Arten welche gezielt für die Steigerung der Qualität, Sicherheit und Wettbewerbsfähigkeit der fermentierten Produkte eingesetzt werden können. Erhalt und Nutzung der Biodiversität der Agroscope Stammsammlung. Weiterführung der Zusammenarbeit mit dem Projekt MikBiodivFood (18.08.18.3.01), welches unter anderem auch Grundlagen für die Kulturenentwicklung erarbeitet oder Fragestellungen, welche wir nicht mehr beantworten können aufnimmt.

zu SFF Nr. 9: Ausreichende Charakterisierung der eingesetzten Keime um deren Sicherheit in der Umwelt zu garantieren sowie Verhinderung von Eintrag von ABR Genen

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Ein grosser Teil der mikrobiellen Kulturen wird in Knospe-Qualität angeboten und eignet sich demnach auch für die Herstellung von biologischen fermentierten Produkten

Material und Methoden (grob skizziert)

- Stammauswahl: Litteraturstudie, Isolation von neuen Stämmen, Reinheitsprüfung, Identifikation (PCR, MALDI-TOF, Sequenzierung), Typisierung (z.B. rep-PCR)
- Charakterisierung: Analyse des Genoms (z.B. auch Virulenzfaktoren und Antibiotikaresistenzgene), phänotypische Antibiotikaresistenzgen-Prüfung, Substratverbrauch und Produktbildung (z.B. Biolog), Phagenresistenzprofil, Abklären des Potentials zur Bildung von antibiogenen Aminen, Suche nach Markersequenzen, Entwicklung spezifische PCR, Gasbildungspotential, Aromakomponenten (z.B. Diacetyl mittel GC)
- Entwicklung Fermentations- und Trocknungsprozess: Mediumscreening, Optimierung Lyophilisation
- Versuche in Käse in der Pilothehalle oder in der Praxis: Herstellung, Lagerung und Pflege der Käse, Analyse der Inhaltsstoffe (Wasser, Fett, pH, flüchtige Carbonsäuren, Proteolyse etc) und biochemischen Parametern (OPA, Laktat, Galactose etc.), visuelle Analyse (z.B. Röntgenbilder), Gasbildungspotential (z.B. abiotec Behälter), sensorische Analyse mittels Degustation im Panel
- Scale-up und Transfer in die Produktion: Aufbau QS, HACCP, Zusammenstellung erforderliche Dokumentationen

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Lüdin P., Roetschi A., Wüthrich D., Bruggmann R., Berthoud H., Shani N. (2017). Update on tetracycline susceptibility of *Pedococcus acidilactici* based on strains isolated from Swiss cheese and whey. Food Control, submitted
- Bachmann H., Molenaar D., Branco dos Santos F., Teusink B. (2017). Experimental evolution and the adjustment of metabolic strategies in lactic acid bacteria. FEMS Microbiology Reviews. 41:201-2019
- Fröhlich-Wyder M.T., Bisig W., Guggisberg D., Jakob E., Turgay M., Wechsler D. (2017). Cheeses with propionic acid fermentation. Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology. Chapter 35
- Lüdin P., Arias E., Wenzel C. (2017). Das Erbgut der Käsekulturen verrät einiges. Alimenta Nr. 2
- Ojala T., Laine P.K.S., Ahlroos T., Tanskanen J., Pitkänen S., Salusjärvi T., Kankainen M., Tynkkynen S., Paulin L., Auvinen P. (2016). Functional genomics provides insights into the role of *Propionibacterium freudenreichii* ssp. *shermanii* JS in cheese ripening. International Journal of Food Microbiology. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2016.09.022
- Lüdin P., von Ah U., Rollier D., Roetschi A., Eugster E. (2016). Lactic Acid Bacteria as Markers for the Authentication of Swiss Cheeses. Chimia. 70:5 349-353
- Lüdin P., von Ah U., Shani N. (2015). Langer Weg zur perfekten Starterkultur. Alimenta. Nr. 8
- Kohn Ch., Eugster E., (2014). Differenzieren mit "Liebefeld-Kulturen". Alimenta. Nr. 17

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet

(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Verlässliche mikrobielle Kulturen tragen massgeblich zur Qualität, Sicherheit, Differenzierung und Authentizität von fermentierten Lebensmitteln bei. Unter Nutzung der Biodiversität der Liebefelder Stammsammlung werden neue Starter- und Spezialkulturen entwickelt.

Mikrobielle Kulturen beeinflussen massgeblich die Charakteristika von fermentierten Lebensmitteln und tragen dadurch entscheidend zur Qualität, Differenzierung und Authentizität dieser Produkte bei. Die Liebefelder Stammsammlung enthält eine grosse Biodiversität die zur Entwicklung von neuen Starter- und Spezialkulturen genutzt wird. In interdisziplinärer Projektzusammenarbeit wird Wissen über diese komplexen fermentierten Systeme aufgebaut und Produkte durch die richtige Auswahl und den Einsatz von Mikroorganismen gezielt beeinflusst. Es wird z.B. am Ausbau des Sortimentes der weltweit einzigartigen Rohmischkulturen gearbeitet, neue Säuerungskulturen mit Bezug zum Terroir oder Spezialkulturen zum Herkunftsnachweis entwickelt.

Genehmigung des Projektes

Datum: 05.09.2017	Visum FGL: lupe
Datum: 02.10.2017	Visum FBL / KBL: a.i. waba
Datum: 02.10.2017	Visum V SFF: i.V. waba



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Agroscope

Programme d'activité

N° de projet

PA 2018-2021

18.10.18.03.03

Désignation abrégée/acronyme du projet (max. 20 caractères)

Biopréservation

N° Domaine

18

Systèmes microbiens des denrées alimentaires

N° Groupe

18.3

Cultures, biodiversité et terroir

Chef-fe de projet/suppléant-e

Emmanuelle Arias / Jörg Hummerjohann

Durée du projet

Début du projet

Fin du projet

4 ans

2018

2021

Projet

Total jours de travail sans fonds tiers	1168
Contribution au CSR	10
Contribution à d'autres CSR	9, 8, 5

Enquête sur les besoins: contribution à la demande n°	CSR 5: 13.73 CSR 8: 17.1; 23.89; 23.137 CSR 9: 8.7; 23.143 CSR 10: 17.9; 17.11; 17.27; 17.41
Le projet contient des travaux financés par des fonds tiers	☒ oui ☐ non
Le projet contient une contribution à l'agriculture biologique	☒ oui ☐ non

Titre dans la langue originale

Réguler le microbiome des denrées alimentaires par la biopréservation

Réguler le microbiome des denrées alimentaires par la biopréservation

Biopreservation to control the microbiome of food

protective cultures, pathogens, spoilage bacteria

Situation initiale et problématique

La biopréservation est la conservation des aliments faisant appel à des microorganismes et/ou à leurs métabolites aux propriétés inhibitrices. Les bactéries lactiques sont utilisées pour la biopréservation des aliments fermentés depuis des millénaires. Elles ont un effet protecteur conféré par la production de métabolites antimicrobiens très variés, comme les acides lactiques et acétiques, le peroxyde d'hydrogène, les bactériocines, le diacétyle, l'acétoïne et d'autres composés antimicrobiens. Les cultures protectrices, telles les bactéries lactiques ou d'autres bactéries inoffensives colonisant les denrées alimentaires, constituent un moyen encore sous-estimé d'influencer positivement le microbiome des denrées alimentaires. Les sous-groupes de microorganismes qui seront ciblés englobent les bactéries pathogènes et les bactéries responsables de défauts.

Objectifs et questions de recherche

1. Cultures protectrices contre les bactéries pathogènes

Projet CTI (3 ans; 2017-2020): L'objectif principal du projet est la diminution du risque sanitaire associé à la présence de bactéries pathogènes dans la pâte et en surface des fromages emmorgés au lait cru et thermisé par l'application prophylactique de deux cultures protectrices. Une culture protectrice qui sera ajoutée dans le lait de chaudière sera développée pour la protection de la pâte contre les bactéries pathogènes. Les propriétés inhibitrices d'une grande variété de souches de bactéries lactiques possédant des gènes de bactériocines seront investiguées in vitro. L'expression des gènes de bactériocines sera confirmée in vitro pour les souches prometteuses. Celles-ci seront finalement testées dans des fromages modèles, seules et en mélanges pour détecter d'éventuelles synergies. Une culture d'affinage sera développée pour la protection de la surface contre les bactéries pathogènes se développant en surface. Plusieurs souches seront investiguées afin d'établir leur spectre d'inhibition, de décrire les gènes responsables

de l'inhibition exprimés in vitro et in situ, de tester l'hypothèse de concurrence pour les nutriments et de démontrer leur innocuité.

Des essais seront conduits pour évaluer si les bactéries inhibitrices peuvent être appliquées pour la biopréservation de la salade prête à l'emploi, en collaboration avec le projet 18.09.18.1.02_SafetyPlantFoods. De plus, des tests d'inhibition in vitro investigueront le potentiel inhibiteur de la flore présente naturellement sur les plants de salades. Des développements de cultures protectrices pour des applications à d'autres denrées alimentaires (produits carnés, plantes et produits d'origine végétale ...) seront également envisagés.

2. Cultures protectrices contre les bactéries indésirables

Deux projets CTI se terminent courant 2017 portant sur l'inhibition de bactéries indésirables dans les fromages. L'introduction des cultures protectrices dans la pratique sera accompagné par des analyses de composition et des dégustations. Le mécanisme d'inhibition exercé par les cultures protectrices reste inconnu et sera investigué dans le cadre d'éventuels travaux de bachelor et master.

Dans le cadre du projet CTI décrit plus haut, les spectres d'inhibition des souches sera établi pour une palette de bactéries indésirables incluant des entérocoques résistants à la vancomycine, des entérobactéries des genres *Klebsiella*, *Citrobacter*, *Proteus*, *Serratia*, *Hafnia*, *Enterobacter*, *Acinetobacter* et *Morganella*, des *Lactobacillus parabuchneri*, des bactéries propioniques, des moisissures (*Scopulariopsis* ...), et des bactéries potentiellement responsables du rancissement (*Pseudomonas*, *Acinetobacter* ...).

3. Exploration et étude des interactions des écosystèmes de morge.

Le tapis microbien qui se développe à la surface des fromages emmorgés pendant l'affinage permet la protection de la surface contre la perte d'eau, les moisissures et est en partie responsable de la formation d'arômes dans le fromage. Certains de ces écosystèmes sont stables et vierges de bactéries pathogènes et indésirables grâce à la production de substances inhibitrices par les bactéries et levures présentes naturellement. L'étude de ces écosystèmes et le développement de cultures protectrices issues de ces écosystèmes permettra dans le futur de mieux contrôler la qualité sensorielle et la sécurité alimentaire de ces produits. Pour cela, des connaissances de la composition des écosystèmes sains et défectueux sont nécessaires. L'objectif sera d'isoler des bactéries bénéfiques et indésirables de ces écosystèmes et d'étudier leur interaction in vitro et dans une cave modèle. Cet objectif sera mené à bien en collaboration avec le projet 18.10.18.2.01_Kaesemikrobiom.

4. Cultures protectrices comme accélérateur de formation de l'arôme

De nombreuses enzymes responsables de la formation de l'arôme sont intracellulaires. L'utilisation ciblée de bactéricines pour renforcer le goût des produits fermentés sera testée in vitro et dans une cave modèle.

Ce projet sera conduit en collaboration avec les projets Käsequalität (18.10.18.2.02), Käsemikrobiom (18.10.18.3.01), 18.10.18.3.02_Kulturenentwicklung et Kulturenproduktion (18.10.18.3.04), qui ont des thématiques étroitement liées, chaque projet profitant des avancées faites dans les différents groupes. Les travaux des points 3 et 4 se feront dans le cadre d'éventuels travaux de bachelor et de master et de façon plus approfondie si des fonds tiers peuvent être acquis lors de la période 2018-2021.

Contribution concrète au CSR n° 10 (décrire en quelques phrases la contribution concrète et les nouvelles connaissances relatives au CSR, en précisant clairement le lien thématique avec les questions de recherche formulées dans le CSR)

Augmenter la sécurité des fromages au lait cru et thermisé, ce qui favorisera leur exportation (objectif 1). Diminuer le food loss et les défauts (objectif 2) et améliorer la qualité organoleptique (objectif 4).

Contribution à max 3 autres CSR (décrire en quelques phrases la contribution concrète relative aux questions de recherche formulées dans le CSR)

au CSR n° 9 : Diminuer le risque de toxi-infections alimentaires causées par les bactéries pathogènes (objectif 1)

au CSR n° 8 : investiguer le microbiome de la morge (objectif 3)

au CSR n° 5 : Détecter des alternatives aux produits phytosanitaires (objectif 2)

Utilité principale pour l'agriculture biologique (dans le cas d'une contribution, la décrire concrètement en quelques phrases)

Les cultures protectrices développées seront utilisables pour les produits labellisés bio.

Matériel et méthodes (description sommaire)

- microbiologie classique et séquençage de l'ADN 16S
- PCR quantitative
- séquençage avec la technologie ILLUMINA
- tests d'inhibition in vitro
- technologie microarray (Biolog)

- transcriptome (Genomic Workbench, Bowtie2, DEseqs)
- analyses LC-MS
- analyses méatranscriptomiques
- affinage en cave pilote
- modèle de caillé produit en laboratoire BSL3 (Biosecurity Level 3)

Bibliographie (toutes dernières connaissances / ne citer que quelques publications propres et étrangères scientifiques et axées sur la pratique)

Publications propres:

- Roth, E., Schwenninger, S.M., Hasler, M., Eugster-Meier, E., Lacroix, C., 2010. Population dynamics of two antilisterial cheese surface consortia revealed by temporal temperature gradient gel electrophoresis. BMC Microbiology, 10, article 74.
- Roth, E., Schwenninger, S.M., Eugster-Meier, E., Lacroix, C., 2011. Facultative anaerobic halophilic and alkaliphilic bacteria isolated from a natural smear ecosystem inhibit Listeria growth in early ripening stages. International Journal of Food Microbiology, 147, 26-32.
- Peng, S., Hummerjohann, J., Stephan, R., Hammert, P., 2013a. Heat resistance of Escherichia coli strains in raw milk at different subpasteurization conditions. Journal of Dairy Science 96, 3543-3546.
- Peng, S., Schafroth, K., Jakob, E., Stephan, R., Hummerjohann, J., 2013b. Behaviour of Escherichia coli strains during semi-hard and hard raw milk cheese production. International Dairy Journal 31, 117-120.
- Weiss, A., Scheller, F., Oggenfuss, M., Walsh, F., Frey, J.E., Drissner, D., Schmidt, H., 2016. Analysis of the bacterial epiphytic microbiota of oak leaf lettuce with 16S ribosomal RNA gene analysis. Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences, 5, 271-276.

Autres publications:

- Ananou, S., Galvez, A., Martinez-Bueno, M., Maqueda, M., Valdivia, E., 2005. Synergistic effect of enterocin AS-48 in combination with outer membrane permeabilizing treatments against Escherichia coli O157 : H7. Journal of Applied Microbiology 99, 1364-1372.
- Perez, R.H., Ishibashi, N., Inoue, T., Himeno, K., Masuda, Y., Sawa, N., Zendo, T., Wilaipun, P., Leelawatcharamas, V., Nakayama, J., Sonomoto, K., 2015. Functional Analysis of Genes Involved in the Biosynthesis of Enterocin NKR-5-3B, a Novel Circular Bacteriocin. Journal of Bacteriology 198, 291-300.
- Callon, C., Arliguie, C., Montel, M.C., 2016. Control of Shigatoxin-producing Escherichia coli in cheese by dairy bacterial strains. Food Microbiology 53, 63-70.

Teaser et résumé succinct du projet pour la communication/Internet
(Teaser: max. 400 caractères; résumé succinct: max. 800 caractères, espaces inclus)

La biopréservation constitue un moyen encore sous-estimé d'influencer positivement le microbiome des denrées alimentaires. Les microorganismes ciblés englobent les bactéries pathogènes et les bactéries responsables de défauts. La flore de surface des fromages, pour laquelle il n'existe pas encore de moyen efficace de contrôler la biodiversité, est un des systèmes étudiés en priorité.

La biopréservation est la conservation des aliments faisant appel à des microorganismes ou à leurs métabolites aux propriétés inhibitrices. Les bactéries lactiques sont utilisées pour la biopréservation des aliments fermentés depuis des millénaires. Elles ont un effet protecteur conféré par la production de métabolites antimicrobiens très variés, comme les acides lactiques et acétiques, le peroxyde d'hydrogène, les bactériocines, le diacétyl et l'acétoïne. Les cultures protectrices, telles les bactéries lactiques ou d'autres bactéries inoffensives colonisant les aliments, constituent un moyen encore sous-estimé d'influencer positivement le microbiome des denrées alimentaires. Les microorganismes qui seront ciblés englobent les bactéries pathogènes et les bactéries responsables de défauts.

Approbation du projet

Date:	26.09.2017	Visa R GR:	lupe
Date:	02.10.2017	Visa R DR / R DC:	a.i.waba
Date:	02.10.2017	Visa R CSR:	i.V. waba



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.10.18.03.04

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Kulturenproduktion

Nr. Bereich.

18 Mikrobielle Systeme von Lebensmitteln

Nr. Gruppe

18.3 Kulturen, Biodiversität und Terroir

Projektleitung/Stellvertretung

Hans-Peter Bachmann / Christoph Kohn

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	6920
Beitrag zu SFF	10
Beitrag zu weitem SFF	8, 9

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	17.10, 17.16, 23.137
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☐ ja ☒ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Produktion von mikrobiellen Kulturen zur Förderung der Qualität, Sicherheit, Authentizität und Einzigartigkeit sowie zum Nachweis der Herkunft von Käse und weiteren fermentierten Lebensmitteln aus der Schweiz

Produktion von mikrobiellen Kulturen

Production of microbial cultures

Production of cultures, starter cultures, adjunct cultures, proof of origin

Ausgangslage und Problemstellung

Die Kulturenproduktion ist ein wichtiges Rückgrat, sowohl für die weltweite Qualitätsführerschaft von Schweizer Käse, als auch für die nationale und internationale Profilierung von Agroscope.

Sowohl traditionelle als auch innovative Schweizer Käsesorten - teils mit AOP-Kennzeichnung - leisten einen wichtigen Beitrag zur Wertschöpfung entlang der gesamten Lebensmittelkette von der Landwirtschaft über die verarbeitenden Unternehmen bis zum Handel. Durch die oft dezentrale Produktion und Verarbeitung in vielen kleinen und mittleren Betrieben profitieren auch strukturschwache Randregionen wie z.B. das Berggebiet.

Die von Agroscope entwickelten und hergestellten terroir- und sortenspezifischen Bakterienkulturen stellen einen zentralen Erfolgsfaktor für diverse Schweizer Käsesorten dar und gewährleisten, dass sie aufgrund ihrer weltweiten Einzigartigkeit und Qualität auch in Zukunft im globalen Wettbewerb bestehen können. Die diskriminierungsfreie und wettbewerbsneutrale Bereitstellung von einzigartigen Kulturen sichert den Erhalt der grossen Schweizer Käse-Vielfalt und bietet Raum für Innovation.

Die Kulturenproduktion von Agroscope entwickelt und optimiert mit einer komplexen Infrastruktur Prozesse, produziert verschiedenste mikrobielle Kulturen und stellt diese der Praxis zur Verfügung. In bewährter Zusammenarbeit mit der Forschung und Beratung von Agroscope werden der Praxis zielführende Lösungen für jeweils aktuelle Anliegen und Probleme angeboten und gemeinsame Projekte und Entwicklungen realisiert.

Drei Gründe zwingen Agroscope, eine neue Rechtsform für die Kulturenproduktion zu suchen:

1. Die Führung eines Unternehmens im Rahmen der Bundesverwaltung ist sehr schwierig geworden.
2. Es wird zunehmend kritisch bis ablehnend beurteilt, ob die Produktion von Kulturen eine Aufgabe des Bundes ist.

3. Im Rahmen von Forschungsaufträgen und KTI-Projekten werden aktuell viele neue Kulturen entwickelt, die dereinst auch produziert werden müssen. Im Rahmen des Neubaus in Posieux ist eine Erweiterung der Produktionskapazität geplant. Die damit einhergehenden Investitionen übersteigen die finanziellen Möglichkeiten von Agroscope klar. Die Bereiche Forschung und Beratung sind von der Diskussion um die Kulturenproduktion nicht direkt betroffen und werden durch Agroscope weitergeführt. Auch ist Agroscope bereit, die Stammsammlung weiter zu pflegen. Diese Aktivitäten sollen langfristig gesichert werden, um das gesamte System in eine erfolgreiche Zukunft zu führen. Durch die Übergabe der Kulturenproduktion sollen wieder vermehrt Mittel in der Forschung und Beratung eingesetzt werden können.

Ein wichtiger Erfolgsfaktor der Kulturenproduktion ist die enge und bewährte Zusammenarbeit mit der Stammsammlung (Projekt MikBiodivFood), der Käseforschung (Projekt Käsemikrobiom), der Kulturentwicklung (Projekte Biopréservation und Kulturenentwicklung) sowie der Beratung (Projekt Käsequalität).

Ziele und Forschungsfragen

- Verkaufte Einheiten von mikrobiellen Kulturen >80000 / Jahr.
- Die Agroscope Kulturenproduktion Standort Liebefeld arbeitet gemäss Zielvorgaben und ist selbsttragend.
- Der Bedarf unserer Kunden nach Kulturen ist gedeckt und die nachhaltige Produktion ist gesichert.
- Funktionierendes QM (FSSC 22000) und KVP (kontinuierlicher Verbesserungsprozess) im Bereich Kulturenproduktion.
- Eine neue Rechtsform, die die erfolgreiche Weiterentwicklung des Erfolgsmodells "F&E, Produktion und Beratung aus einer Hand" langfristig sichert und die Finanzierung der Kapazitätserweiterung ermöglicht, ist eingeführt.
- Der Umzug von Liebefeld nach Posieux ist erfolgt, ohne nachteilige Auswirkungen auf die Qualität der Kulturen.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 10 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Stärkung der Qualitätsführerschaft und der Innovation von Schweizer Käse und ausgewählten weiteren fermentierten Lebensmitteln durch die diskriminierungsfreie und wettbewerbsneutrale Bereitstellung von mikrobiellen Kulturen.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 8: Gezielte Förderung nützlicher Eigenschaften der Mikrobiome mittels dem Zusatz von Kulturen

zu SFF Nr. 9: Erhöhung der Lebensmittelsicherheit durch den Zusatz von Schutzkulturen

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Ein grosser Teil der mikrobiellen Kulturen wird in Knospe-Qualität angeboten und eignet sich demnach auch für die Herstellung von biologischen Milch- und Fleischprodukten.

Material und Methoden (grob skizziert)

Produktion von flüssigen und lyophilisierten Kulturen gemäss den Anforderungen der Kunden und den Vorgaben aus dem QM und den Label-Organisationen (Bio, Kosher, Halal). Enge Vernetzung mit der Stammsammlung, der Forschung und Entwicklung sowie der Beratung.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Jakob E., Kohn C., Eugster-Meier E. Sind Flüssigkulturen für die Käsefabrikation noch zeitgemäss? Alimenta. 3, 2015, 31-33.
- Kohn C., Eugster-Meier E. Differenzieren mit «Liebefeld-Kulturen». Alimenta. 17, 2014, 26-28.
- Bachmann H.-P., Eugster E., Guggenbühl B., Schär H. Weltmeisterliche Käse-Kulturen. Agrarforschung Schweiz. 2, (11-12), 2011, 534-541.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Die von Agroscope entwickelten und hergestellten terroir- und sortenspezifischen mikrobiellen Kulturen stellen einen zentralen Erfolgsfaktor für die gewerblich hergestellten Schweizer Käsesorten dar und gewährleisten, dass diese aufgrund ihrer weltweiten Einzigartigkeit und Qualität auch in Zukunft im globalen Wettbewerb bestehen können.

Die von Agroscope entwickelten und hergestellten terroir- und sortenspezifischen mikrobiellen Kulturen stellen einen zentralen Erfolgsfaktor für die gewerblich hergestellten Schweizer Käsesorten dar und gewährleisten, dass diese aufgrund ihrer weltweiten Einzigartigkeit und Qualität auch in Zukunft im globalen Wettbewerb bestehen können. Die

diskriminierungsfreie und wettbewerbsneutrale Bereitstellung der Kulturen sichert den Erhalt der grossen Schweizer Käse-Vielfalt und bietet Raum für Innovation.

Durch die oft dezentrale Produktion und Verarbeitung in vielen kleinen und mittleren Betrieben profitieren auch strukturschwache Randregionen wie z.B. das Berggebiet.

Damit sich die Kulturenproduktion weiterentwickeln und künftige Anforderungen gerecht werden kann, wird nach einer neuen Rechtsform gesucht.

Genehmigung des Projektes

Datum: 22.08.2017	Visum FGL: lupe
Datum: 22.08.2017	Visum FBL / KBL: waba
Datum: 22.08.2017	Visum V SFF: i.V. waba



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.10.18.05.01

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Fermentomics

Nr. Bereich.

18 Mikrobielle Systeme von Lebensmitteln (MSL)

Nr. Gruppe

18.5 Funktionelle Ernährungsbiologie

Projektleitung/Stellvertretung

Guy Vergères / Ueli Bütikofer

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	4407
Beitrag zu SFF	10
Beitrag zu weitem SFF	8

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	10.2, 10.3
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☐ ja ☒ nein

Titel Originalsprache

Verbesserung des Ernährungsprofils von Lebensmitteln durch Fermentation

Fermentomics

Improving the nutritional profile of food by fermentation

Fermented foods, dairy products, food quality, nutrition, metabolism, nutrigenomics, bacteria, health, aging populations

Ausgangslage und Problemstellung

Technologiegetriebene Verbesserung der Gesundheit mit hochwertigen Lebensmitteln

Die grosse Lücke zwischen Lebensmittel- und Ernährungswissenschaft lässt sich durch die Komplexität der Interaktionen zwischen Lebensmitteln und dem menschlichen Organismus erklären. Durchbrüche in der molekularen Analytik und Bioinformatik haben diese Situation geändert und Technologien wie Genomik, Transkriptomik, Proteomik und Metabolomik liefern jetzt eine enorme Datenmenge aus Lebensmitteln (Foodomics) und Humanproben (Nutrigenomics). Somit können Nährwertprofile von Lebensmitteln mit Messungen von physiologischen Parametern (Biomarkern) von Konsumenten korreliert und eventuell mechanistisch erklärt werden.

Mikrobielle Bio-Diversität und Gesundheit

Biodiversität ist ein kritischer Aspekt der Funktion von Ökosystemen durch die sie ihre Resilienz gegenüber der Umwelt verstärkt. Die Darmflora besitzt eine genetische Diversität, die das menschliche Genom weit überragt. Diese Diversität erweitert die metabolischen Kapazitäten des menschlichen Organismus und damit seine Fähigkeit, Homöostasis durch die Regulation seiner Interaktionen mit der Umwelt, insbesondere mit der Nahrung, zu erhalten. In diesem Zusammenhang wird der westliche Lebensstil, einschließlich des Ernährungsverhaltens, immer häufiger mit chronischen Erkrankungen wie Adipositas, Diabetes und Darmerkrankungen in Verbindung gebracht, die ihrerseits zu einer geringeren genetischen und funktionellen Diversität der Darmflora führen. Da das Ernährungsverhalten des Konsumenten, die mikrobielle Vielfalt im Darm insofern beeinflussen kann, dass es günstigstenfalls Spezies einbringt, welche sowohl einen kompetitiven Wachstumsvorteil gegenüber anderen Spezies haben, als auch die menschliche Gesundheit positiv beeinflussen, wird die Wechselwirkung zwischen Lebensmittel und Mikroben zu einem wichtigen natürlichen Bestandteil von modernen Ernährungsstrategien.

Fermentierte Lebensmittel und Gesundheit

Die Auswirkungen von fermentierten Lebensmitteln auf die Gesundheit wurde um 1900 erstmals erwähnt als Metchnikoff veröffentlichte, dass Joghurt die Lebenserwartung erhöht. Menschen fermentieren aber Lebensmittel seit fast 10'000 Jahre, anfänglich um ihre Haltbarkeit zu erhöhen, danach auch um den Geschmack zu verbessern. Abseits der Probiotika Thematik muss deswegen dieses Essverhalten einen Effekt auf die Evolution der Menschen gehabt haben. In der Tat beeinflusst die bakterielle Umwandlung der Nahrung im Darm mehrere Merkmale von Nährstoffen, die Schlüsselfaktoren für die Gesundheit sind, insbesondere deren Konzentration, Diversität, Bioverfügbarkeit und Bioaktivität. Darüber hinaus hat die Fermentation von Lebensmitteln zu einer ex vivo mikrobiellen prä-digestiven Verarbeitung der Lebensmittel geführt, die diese Eigenschaften ähnlich beeinflussen. Obwohl die gesundheitlichen Vorteile von fermentierten Lebensmitteln aktiv erforscht werden, hat sich diese Forschung bisher auf den engen Bereich der Prä- und Probiotika fokussiert. Diese Strategie geht aber das Risiko ein, Lebensmittel zu entwickeln, die die Diversität der Nährstoffe und Mikroben in der menschlichen Ernährung reduzieren. Im Gegensatz dazu, kann die Neueinführung eines breiten Spektrums an Mikroben und ihren Fermentationsprodukten in die Ernährung positiv dazu beitragen, die Vielfalt der Mikrobiota wiederherzustellen, bzw. apriori den Verlust der Diversität zu verhindern, der mit chronischen Krankheiten und dem Alterungsprozess verbunden ist. Die gesundheitliche Relevanz einer "mikrobiellen Ernährungsstrategie" wurde bereits in Mäusen dokumentiert, deren humanisierte Darmflora ihre mikrobielle Diversität über mehrere Generationen mit einer westlichen Diät verloren hatte. Bemerkenswerterweise können Strategien zur Förderung nachhaltiger Ernährungsmuster mit niedrigem CO₂-Fussabdruck die funktionelle Diversität von Lebensmitteln negativ beeinflussen, insbesondere durch die Senkung des Verbrauchs von Milchprodukten, wie Käse und Joghurt, die wichtige Träger von Mikroben und Fermentationsprodukten sind.

Förderung eines gesunden Stoffwechselprofils

Mangelernährung durch Über- und Unterernährung ist weltweit ein grosses Problem der Gesellschaft und verursacht hohe volkswirtschaftliche Kosten. Die Gesundheitspolitik steht mit ihren Massnahmen zur Förderung der Gesundheit via Ernährungsstrategien derzeit vor der Herausforderung, Gesundheit überhaupt zu definieren. Mangelernährung ist in diesem Zusammenhang ein wichtiges Forschungsfeld für Lebensmittel- und Ernährungswissenschaftler, da sie sich durch eine homöostatische Verschiebung der Stoffwechselprofile von Menschen kennzeichnet, die durch geeignete Lebensmittel und Ernährungsgewohnheiten korrigiert werden kann. Die Entwicklung von nährstoffreichen und -diversen Lebensmitteln, die die Bioverfügbarkeit von bioaktiven Nährstoffen gezielt fördern, ist eine vielversprechende Forschungsstrategie, insbesondere bei gefährdeten Gruppen (z.B. Senioren).

Ziele und Forschungsfragen

Allgemeine Ziele

„Gutes Essen, gesunde Umwelt“ - Die Mission von Agroscope ist im Zentrum der Forschungsstrategie des Programms Fermentomics, welches einen Mehrwert für Lebensmittel mittels Fermentation anstrebt. Dieser Mehrwert wird objektiv, durch eine Verknüpfung der ernährungsphysiologischen Qualität von natürlichen Lebensmitteln, via ihren Nährstoffprofilen, mit der metabolischen Gesundheit von Menschen, die diese Lebensmittel verzehrt haben, dokumentiert. Eine zentrale Herausforderung dieses Programms wird es sein, eine angewandte Ernährungsforschung durchzuführen, die Daten aus Humanstudien mit der Qualität der untersuchten Lebensmittel verbindet. Dieses Ziel wird erreicht, indem Fermentomics sich auf zwei eng-verwandte Säulen zuerst fokussiert, nämlich (i) die Erstellung von Nährstoffprofilen („nutrient profiling“), als zentrale Methode zur Charakterisierung der fermentierten Lebensmittel und (ii) die Erstellung von Stoffwechselprofilen („metabolic profiling“) in Humanblut und -urin zur Charakterisierung der ernährungsphysiologischen Qualität dieser Lebensmittel. Der Begriff "Profil" betont eine holistische Charakterisierung der Lebensmittel und Humanproben. Die sequentielle Verschiebung des Schwerpunkts der Profilierung von "Nährstoffen" in Lebensmittel auf "Stoffwechsel" in Menschen unterstreicht das Ziel des Forschungsprogramms, die Transformation der Nährstoffe in Metaboliten im menschlichen Organismus (insbesondere während der Verdauung und dem Darmtransport), was letztlich die Balance zwischen Gesundheit und Stoffwechselerkrankungen definiert. Zwei weitere Säulen ergänzen das Forschungsprogramm: (iii) Die dritte Säule bezweckt die Verlinkung der Nährstoffprofile der Lebensmittel mit den entsprechenden Stoffwechselprofilen von Menschen, die diese Produkte zu sich genommen haben, um „Fermentations-abhängige Biomarker der Gesundheit“ zu identifizieren. Analog zum glykämischen Index, sind solche Biomarker nicht nur Marker für die unmittelbare Reaktion des Organismus auf die Einnahme von Lebensmitteln, die direkt mit der Gesundheit verbunden sind (z. B. Risikofaktoren), sondern reflektieren auch die ernährungsphysiologische Qualität der verzehrten Lebensmittel. (iiii) Schließlich bieten "Omics" Technologien die analytischen Werkzeuge, die eine effiziente Verlinkung der Zusammensetzung von fermentierten Produkten (Foodomics) mit der metabolischen Antwort der Menschen, die diese Produkte verzehrt haben (Nutrigenomics), ermöglichen werden. Milch wird als Modelmatrix für diese Forschung verwendet. Die Kenntnisse, die mit Fermentomics erworben werden, werden letztlich einen Mehrwert für Milchprodukte liefern.

Hauptforschungsfragen

- Kann das Nährstoffprofil der Lebensmittel, am Beispiel von fermentierten Milchprodukten, mit der metabolischen Antwort der Menschen, die diese Produkte verzehrt haben, mit Hilfe der analytischen Werkzeuge Foodomics und Nutrigenomics verlinkt werden?
- Kann die Stammsammlung von Liebefeld, mit > 10'000 Bakterienstämme, genutzt werden, um eine Verbesserung des Nährstoffprofils von Lebensmitteln, am Beispiel von fermentierten Milchprodukten, herbeizuführen und dadurch einen Mehrwert für diese Lebensmittel zu generieren?
- Sind genügend objektive ernährungsphysiologische Informationen in der Literatur vorhanden, um fermentierte Lebensmittel spezifisch in die Schweizer Lebensmittel-Pyramide zu integrieren?

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 10 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Die Ziele und Forschungsfragen des Fermentomics Programms werden Beiträge zu den wissenschaftlichen Zielen der SFF 10 „Qualität und Produktinnovation von Lebensmitteln fördern“ wie folgt liefern:

- Komparative Stärken der Schweizer Produkte durch Fermentation fördern (neue Qualitätsführerschaft und Differenzierung zur Konkurrenz).
- Wegweiser für Marktnischen von fermentierten Lebensmitteln für schweizerische KMU.
- Fermentierte Lebensmittel als natürliche Produkte mit positiven Eigenschaften für die menschliche Gesundheit mittels bestehenden und neuen Biomarkern profilieren.
- Einsatz von Foodomics und Nutrigenomics Forschungsstrategie, um die Ernährung in der Bevölkerung zu verbessern.
- Einsatz von Fermentation, um Food-Loss zu minimieren.
- Potentieller Einsatz von Fermentationsprodukten in anderen Marktnischen (z.B. Kosmetika)

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 8:

Die Ziele und Forschungsfragen des Fermentomics Programms werden Beiträge zu den wissenschaftlichen Zielen der SFF 8 „Die mikrobielle Biodiversität für die Land- und Ernährungswirtschaft nutzbar machen“ wie folgt liefern:

- Gezielte Förderung nützlicher Eigenschaften der Mikrobiome in fermentierten Lebensmitteln auf die Gesundheit von Menschen.
- Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit von Lebensmitteln durch die Charakterisierung von neuen funktionellen Eigenschaften, die die Gesundheit der Menschen positiv beeinflussen.
- Nutzung der Biodiversität der bestehenden mikrobiellen Stammsammlung in Liebefeld zur Eröffnung ihres Potentials zur Verbesserung der Humangesundheit.
- Charakterisierung fermentierter Milchprodukte zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der landwirtschaftlichen Erzeugnisse, inklusiv Einfluss auf den Stoffwechsel und das Mikrobiom des Menschen und Erhöhung der Ernährungsqualität (Bioverfügbarkeit, Stoffwechsel) durch Fermentation.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Die im Rahmen dieses Projektes gewonnen Erkenntnisse sind uneingeschränkt auch für die Herstellung von fermentierten Bio-Lebensmitteln nutzbar.

Material und Methoden (grob skizziert)

Charakterisierung des metabolischen Profils von Menschen nach dem Verzehr von fermentierten Lebensmitteln

- Sechs Humanstudien wurden bei Agroscope abgeschlossen. Bis Feb 2017 wurde ein Drittel der Ergebnisse dieser Studien publiziert. Die Veröffentlichung der restlichen Daten ist für 2017-2020 geplant. Eine zusätzliche Studie, die von der französischen Milchindustrie in Zusammenarbeit mit der INRA finanziert wird, untersucht die Auswirkungen eines frisch fermentierten Milchproduktes auf das metabolische Profil von älteren Menschen. Die Synthese dieser Studien wird eine weltweit einzigartige Informationsquelle für die ernährungsphysiologischen Eigenschaften von Milchprodukten (Milch, Joghurt, Käse) in verschiedenen Kategorien (gesunde, übergewichtige, ältere Menschen) darstellen.
- Die in den oben genannten Interventionen identifizierten Biomarker werden durch die Abfrage von Ernährungserhebungen (24-h-Recall, Food Frequency Questionnaire) und Humanproben (Metaboliten in Urin und Blut) aus bereits bestehenden epidemiologischen Kohorten validiert (Zusammenarbeit mit den Universitäten Lausanne, Wageningen, Barcelona, Bologna, Kopenhagen).
- Das Konzept der personalisierten Ernährung kann bei der Bewertung von Humanstudien nicht mehr ignoriert werden. Eine internationale Kollaboration von 12 Instituten, unter der Leitung von Agroscope, wird den Einfluss der inter-individuellen Variabilität der Magen-Darm-Funktionen auf die Bioverfügbarkeit von Nährstoffen überprüfen.

- Die Qualität der obigen Arbeiten wird durch eine Harmonisierung der Nutrimetabolomics Technologien im Rahmen des Europäischen FOODBALL-Konsortiums verstärkt (Leitung: Agroscope).

Herstellung von fermentierten Lebensmitteln mit verbesserten Nährstoffprofilen

- In silico Selektion einer Kombination von LAB Stämmen, die die genetische Diversität des bakteriellen Pools maximiert, um die metabolische Diversität der fermentierten Produkte zu fördern ("Polyfermentierte Lebensmittel").
- Die Charakterisierung des Nährstoffprofils der fermentierten Produkte wird sich auf die Nährstoffdichte, die Bioverfügbarkeit und die Bioaktivität konzentrieren, die für eine gesunde Ernährung auch relevant sind.
- Milch wird als Modell Lebensmittel für die Fermentation verwendet.
- Die Veränderungen der molekularen Zusammensetzung der Lebensmittel werden mit Metabolomics-Tools (LC-MS, GC-MS, NMR) gemessen.
- Der Einfluss der fermentierten Produkte auf die Darmflora und das metabolische Serumprofil von keimfreien Mäusen und Mäusen mit einer definierten Darmflora wird getestet.
- Gesundheitsrelevante Indikationen (z.B. Modulation der Entzündung und der Cholesterin-Homöostase) werden ebenfalls berücksichtigt.
- Mit in vitro Studien und in Tiermodellen (Zusammenarbeit mit INRA, Inselspital) werden ausgewählte fermentierte Produkte, auf ihre ernährungsphysiologischen Eigenschaften getestet. Interessante Lebensmittel werden in der letzten Phase des Fermentomics Programms mittels Interventionsstudien in Menschen überprüft.

Verlinkung der metabolischen Gesundheit mit dem Nährstoffprofil von fermentierten Lebensmitteln

- Genomisches Profil ausgewählter LAB Stämme → Metabolisches Profil der entsprechenden fermentierten Produkte (Biomarkerprofil der Fermentation).
- Metabolisches Profil ausgewählter fermentierter Produkte → Metabolisches Profil in Interventionskohorten mit gesunden Menschen, die diese Produkte kontrolliert verzehrt haben (Biomarkerprofil der Nahrungsaufnahme).
- Metabolisches Profil fermentierter Produkte → Metabolisches Profil in Beobachtungskohorten von gesunden Menschen und Erhebung des Verzehrs fermentierter Lebensmittel (Biomarkerprofil der Ernährung).
- Metabolisches Profil fermentierter Produkte → Metabolisches Profil in Kohorten von Menschen mit gestörtem Stoffwechsel (z.B. übergewichtige oder ältere Menschen) und Erhebung des Verzehrs fermentierter Lebensmittel (Biomarkerprofil der Gesundheit).

Translation von Nährstoffprofilen in ernährungsphysiologisch relevante Information

- Zusammenarbeit mit nationalen und internationalen Partnern aus Universitätskliniken, Lebensmittelwissenschaft- und Ernährungszentren, Bioinformatik-Instituten.
- Wissenstransfer an Stakeholders, insbesondere via Veröffentlichung der Forschungsarbeiten (national/international, Peer-reviewed, Praxis, Öffentlichkeit), Lehrtätigkeiten (ETHZ, UNIL, HAFL), Kommunikation an Medien.
- Die Resultate aus der Forschung (Ernährungswissenschaft) sollen zur Entwicklung von neuen Lebensmitteln (Lebensmittelwissenschaft), im Einklang mit Richtlinien der Regulierungsbehörden für Ernährung und Gesundheit (EFSA, BAG, BLV), beitragen.
- Das angewandte Potenzial der Fermentomics Forschungsstrategie für die Praxis wurde bereits durch die geplante Zusammenarbeit zwischen FEB und den französischen Milchproduktproduzenten aufgezeigt.
- Mittels einer COST-Aktion soll der Konsum von fermentierten Lebensmitteln Europaweit gefördert werden und als eigene Kategorie in den Lebensmittel-Pyramiden erscheinen.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

Eigene wissenschaftliche Publikationen (2014-2017)

- Pimentel et al. Blood lactose after dairy product intake in healthy men. 2017 Br J Nutr In the Press
- Münger et al. Identification of urinary food intake biomarkers for milk, cheese and soy-based drink by untargeted GC-MS and NMR in healthy humans. 2017 J Prot Res 16: 3321-3335
- Brouwer-Brolsma et al. Combining traditional dietary assessment methods with novel metabolomics techniques: Current efforts by the Food Biomarker AllianceProc Nutr Soc. 2017 In the Press
- Pimentel et al. The postprandial metabolome – a source of Nutritional Biomarkers of Health. Curr Opin Food Sci 2017 16: 67–73
- Egger et al. Physiological comparability of the harmonized INFOGEST in vitro digestion method to in vivo pig digestion. Food Res Int 2017
- Gille et al. Caloric dose-responsive genes in blood cells differentiate the metabolic status of obese men. J Nutr Biochem. 2017 43: 156-165
- Burton et al. Probiotic yogurt and acidified milk similarly reduce postprandial inflammation and both alter the gut microbiota of healthy, young men. Br J Nutr 2017 31: 1-11
- Bordoni et al. Dairy products and inflammation: A review of the clinical evidence. Crit Rev Food Sci Nutr 2017 57: 2497-2525

- Vergères and Gille. Personalisierte Ernährung: Wissenschaftliche Erkenntnisse und ethische Grundsätze. Schweizer Zeitschrift für Ernährungsmedizin. 2017 2: 29-30
- Mürger and Vergères G. -OMICS-Methoden zur Identifizierung von Biomarkern für den Verzehr von Milchprodukten. Schweizer Zeitschrift für Ernährungsmedizin. 2017
- Egger et al. The harmonized INFOGEST in vitro digestion method: From knowledge to action. Food Res Int 2016 88: 217-225
- Gille and Vergères. Nutri-Epigenetik: Der Zusammenhang zwischen Ernährung und Genetik. Schweizer Zeitschrift für Ernährungsmedizin. 2016 3: 9-13
- Walther et al. Mangelernährung im Alter – eine komplexe Problematik. Schweizer Zeitschrift für Ernährungsmedizin. 2016 1: 35-37
- Rémond et al. Understanding the gastrointestinal tract of the elderly to develop dietary solutions that prevent malnutrition. Oncotarget 2015. 6:13858-13898
- Schmid et al. Inflammatory and metabolic responses to high-fat meals with and without dairy products in men. Br J Nutr 2015 20:1-9
- Vergères. Gesundheitswirkung fermentierter Lebensmittel. Lebensmittel-Industrie. 2015 9/10 24-25
- Ruffert et al. Integrated microfluidic chip for cell culture and stimulation and magnetic bead-based biomarker detection. Micro and Nanosystems 2014 6:61-68
- Huang et al. Microfluidic chip for monitoring Ca²⁺ transport through a confluent layer of intestinal cells. RSC Advances 2014 4:52887-52891
- Schwander et al. A Dose-Response Strategy Reveals Differences between Normal-Weight and Obese Men in Their Metabolic and Inflammatory Responses to a High-Fat Meal. J Nutr 2014;144:1517-23
- Sagaya et al. Lactobacillus gasseri K7 modulates the blood cell transcriptome of conventional mice infected with Escherichia coli O157:H7. J Appl Microbiol 2014; 116:1282-1296
- Vergères and Gille. Nutri(epi)genomik. In: Lux V, Richter J eds. Kulturen der Epigenetik: Vererbt, codiert, übertragen. de Gruyter. 2014: 1-9
- Kopf-Bolanz et al. Impact of milk processing on the generation of peptides during digestion. Intern Dairy J 2014; 35:130-138
- Ghaye et al. Quantitative estimation of biological cell surface receptors by segmenting conventional fluorescence microscopy images. IEEE ISCAS, 1824-1827. 2014. Conference ProceedingGhaye

Submitted (2017):

- 24.Pimentel et al. Metabolic footprinting of fermented milk consumption in serum of healthy men. Submitted to Nutrients
- Burton et al. Distinct, dynamic changes of the whole blood transcriptome after ingestion of probiotic yoghurt and acidified milk. Submitted to Nutr Metab
- Gao et al. A scheme for a flexible classification of dietary and health biomarkers. Submitted to Genes Nutr

Fremde wissenschaftliche Publikationen:

- Heiman and Greenway. A healthy gastrointestinal microbiome is dependent on dietary diversity. Molecular Metabolism 2016. doi: 10.1016/j.molmet.2016.02.005.
- Johns and Eyzaguirre. Linking biodiversity, diet and health in policy and practice. Proc Nutr Soc 2006;65(2):182-9.
- Logan et al. Natural environments, ancestral diets, and microbial ecology: is there a modern "paleo-deficit disorder"? Part I. Journal of physiological anthropology 2015;34:1.
- Morelli. Yogurt, living cultures, and gut health. Am J Clin Nutr 2014;99(5 Suppl):1248s-50s.
- 5. Sonnenburg et al. Diet-induced extinctions in the gut microbiota compound over generations. Nature 2016;529(7585):212-5.)

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Gutes Essen, gesunde Umwelt" - Die Mission von Agroscope ist im Zentrum der Forschungsstrategie des Programms Fermentomics, das Mehrwert an Lebensmittel durch ihre Fermentation gewinnen wird. Dieser Mehrwert wird objektiv, durch eine Überbrückung der Qualität dieser natürlichen Lebensmittel mit der metabolischen Gesundheit von Menschen dokumentiert.

Fermentomics – eine einzigartige Forschung:

- Wir verlinken das Nährstoffprofil der Lebensmittel, am Beispiel von fermentierten Milchprodukten, mit der metabolischen Antwort der Menschen, die diese Produkte verzehrt haben, mit Hilfe der Foodomics und Nutrigenomik analytischen Werkzeugen.
- Wir nutzen die Stammsammlung von Liebefeld, mit > 10'000 Bakterienstämme, um den Mehrwert von Lebensmittel, am Beispiel von fermentierten Milchprodukten, durch eine Verbesserung des Nährstoffprofils zu erhöhen.

- Wir holen objektive ernährungsphysiologische Information in der Literatur, um fermentierte Lebensmittel spezifisch in der Schweizer Lebensmittel-Pyramide zu integrieren.

Genehmigung des Projektes

Datum:	29.09.2017	Visum FGL:	vegu
Datum:	02.10.2017	Visum FBL / KBL:	a.i.waba
Datum:	02.10.2017	Visum V SFF:	i.V. waba



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.10.18.06.02

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Qualitätswahrnehmung

Nr. Bereich.

18

Mikrobielle Systeme von Lebensmitteln

Nr. Gruppe

18.6

Humanernährung, Sensorik und Aroma

Projektleitung/Stellvertretung

Barbara Guggenbühl / (Barbara Walther)

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	800
Beitrag zu SFF	10
Beitrag zu weitem SFF	4, 8

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	1.30, 3.37, 3.4, 17.2, 17.35, 17.4, 17.6, 18.72, 18.73, 23.96, 23.137
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☐ ja ☒ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☐ ja ☒ nein

Titel Originalsprache

Qualitätswahrnehmung von traditionellen und alternativen proteinhaltigen Lebensmitteln durch Schweizer Konsumenten

Qualitätswahrnehmung von proteinhaltigen Lebensmitteln

Quality perception of traditional food and products rich in alternative proteins by Swiss consumers

sensory perception, hedonic testing, consumer acceptance, sustainability, local traditional food, alternative protein

Ausgangslage und Problemstellung

Der Begriff Lebensmittelqualität ist in aller Munde, wird aber oft sehr unterschiedlich verstanden und interpretiert. Sehr häufig wird die Qualität als die Gesamtheit der charakteristischen Eigenschaften eines Produktes definiert. Ein Lebensmittel muss also eine Vielfalt unterschiedlichster Faktoren erfüllen, um den Ansprüchen eines Konsumenten zu genügen. Eine Umfrage in Deutschland zu 27 verschiedenen Qualitätsmerkmalen aus dem Jahr 2011 hat ergeben, dass alle Faktoren einen Einfluss haben, Geschmack aber der wichtigste Faktor ist. Genussserlebnisse sind also häufig ausschlaggebend für die Wahl eines Produktes.

Neben "klassischen" Faktoren wie Nährwert, mikrobiologische Sicherheit und Genuss, sind es Aspekte wie Frische, Herkunft oder biologischer Anbau, die von den Konsumenten mittlerweile mehr und mehr beachtet werden und teilweise als wichtiger eingestuft werden als der Preis.

Das Bewusstsein der Konsumenten hinsichtlich nachhaltiger, regionaler und biologischer Produktion von Lebensmitteln ist in den letzten Jahren stark gestiegen, was sich auch im Lebensmittelangebot von Detailhändlern aber auch Discountern bemerkbar macht. Damit verbunden ist auch ein Trend Richtung traditioneller, „hausgemachter“ Produkte zu erkennen. Die Qualität dieser Produkte wird subjektiv oft als hochwertiger eingestuft als diejenige von industriell hergestellten Lebensmitteln - eine Chance für Hersteller und Anbieter von Produkten aus der Region.

Systematisch erhobene Daten zur sensorischen Wahrnehmung und dem Konsumverhalten gegenüber traditionellen und regionalen hergestellten Lebensmitteln, wie beispielsweise AOP Produkte, fehlen aber weitgehend.

Das Wissen, dass sich die Produktion von tierischen Proteinen im heutigen Umfang negativ auf die Umwelt auswirkt, die steigende Zahl von Veganern aber auch kritische Stimmen, dass verschiedene Proteinquellen, die sich für den direkten menschlichen Verzehr eignen, als Tierfutter eingesetzt werden, haben dazu geführt, dass alternativen Proteinquellen vermehrt Interesse geschenkt wird. Für Agroscope steht sicher die Produktion von alternativen pflanzlichen Proteinquellen in der Schweiz im Vordergrund.

In der Schweiz gibt es nur wenig Forschung und öffentlich zugängliche Daten im Bereich Konsumentenverhalten. Meist handelt es sich dabei um Umfragen. Man weiss allerdings, dass Umfrageresultate nur beschränkt Aussagen über das reale Verhalten der Konsumenten zulassen. Ein Übersichtsartikel zur Wahrnehmung von Fleischkonsum und alternativen Proteinquellen auf die Umwelt ergab, dass von den rund 40 eingeschlossenen Studien nur in deren fünf reale Lebensmittelprodukte getestet wurden. In einer dieser Studien wurden Mahlzeiten mit pflanzlichen Proteinquellen als Alternative zu Fleisch angeboten, was zu einem höheren Konsum von pflanzlichen Proteinen führte. Dieses Resultat deutet darauf hin, dass "nudging" im Lebensmittelbereich funktioniert. Darunter versteht man Anreize zu schaffen, die das Verhalten von Konsumenten in eine gewünschte Richtung beeinflussen, ohne Faktoren wie Verbote oder Preis mit ein zu beziehen.

Für die Schweiz gibt es lediglich eine longitudinale Befragungsstudie zur Thematik Fleischkonsum und alternative Proteinquellen. Realitätsnahe Konsumentenstudien, welche die Wahrnehmung und die Akzeptanz von realen Produkten aus alternativen, nachhaltigen Proteinquellen untersuchen, fehlen. Um solche Studien durchführen zu können, ist es wichtig, geeignete "experimentelle" Lokalitäten (z.B. Restaurant, Laden) zur Verfügung zu haben, die es erlauben die Ausstattung gezielt zu ändern, um das Umfeld so Konsumenten nah als möglich zu gestalten.

Ziele und Forschungsfragen

Ziele des Projekts

Sensorische und andere qualitätsbestimmende Faktoren (Sicherheit, Produktionsmethode, Verzehrskontext; Einstellungen etc.), die für Konsumenten in der Schweiz wichtig sind für die Wahl und den Konsum von traditionellen, regionalen landwirtschaftlichen Produkten, sind bekannt. Produktetests mit regionalen und industriell produzierten „national/internationalen“ Lebensmitteln sind bekannt.

Akzeptanz und Beliebtheit bei Konsumenten von bestehenden und neuen Produkten aus alternativen einheimischen Proteinquellen im Vergleich zu Fleisch und anderen Produkten mit tierischen Proteinen ist analysiert. Konsumententests unter spezifischen, möglichst realitätsnahen Bedingungen (Personalrestaurant, Verkaufslökalen, home use test) mit ausgewählten Produkten sind durchgeführt. Konzept für die Realisierung einer geeigneten experimentellen Infrastruktur für Tests mit Verbrauchern ("experimental restaurant") liegt vor.

Fragestellungen:

- Was erwarten Konsumenten von einem traditionellen und regional produzierten landwirtschaftlichen Lebensmittel (AOP Produkte, Produits du terroir, Früchte& Gemüse, Beeren etc.) und Produkten aus alternativen Proteinquellen?
- Gibt es ein klar definiertes sensorisches Profil der von Konsumenten gewünschten landwirtschaftlichen Topprodukte?
- Welche Faktoren sind entscheidend für den Kauf resp. Verzehr?
- Welche sensorischen Eigenschaften müssen ideale traditionelle Produkte aufweisen?
- Wie muss ein neues Produkt aus alternativen Proteinquellen schmecken, dass sie vom Konsumenten gegessen werden?
- Mit welchen anderen Lebensmitteln können Produkte aus alternativen Proteinquellen zu einer ernährungsphysiologisch ausgewogenen Mahlzeit kombiniert werden?
- Gibt es bestimmte Bevölkerungsgruppen, die Produkte aus alternativen Proteinquellen bevorzugen?
- Wie müssen diese Produkte "beworben" werden, dass sie gekauft und verzehrt werden?
- Wie wirkt sich die Tierfütterung mit alternativen Proteinquellen auf die sensorisch wahrnehmbare Qualität (Fleisch, Milch) aus?

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 0 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

- Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit von nachhaltig produzierten Schweizer Landwirtschaftsprodukten (Zusammenarbeit 18.10.18.2.01, D.Wechsler, 18.08.18.3.01, M.Chollet, Pflanzliche Produkte)
- Aufzeigen der Akzeptanz, des Genusswerts und gesundheitlicher Aspekte von potentiellen innovativen Alternativen zu Produkten mit tierischen Proteinen, insbesondere Fleisch
- Zusammenarbeit mit Projekt "18.10.18.5.01_Fermentomics" (G. Vergères), und "18.10.12.9.01_Qualität pflanzlicher Produkte".

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 4: Schaffen einer Datengrundlage zur Konsumentenakzeptanz und Beliebtheit von für den Direktverzehr bestimmten Produkten mit alternativen einheimischen Proteinen (Projekt 18.04.13.6_HumanProtSources (L.Egger)).

zu SFF Nr. 8: Fördern der Wettbewerbsfähigkeit von regionalen landwirtschaftlichen Produkten mittels Datenerhebung zur Qualitätswahrnehmung dieser Produkte durch die Endverbraucher.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Integration und Beurteilung von biologisch produzierten Produkten im Rahmen der geplanten Akzeptanz- und Beliebtheits-tests

Material und Methoden (grob skizziert)

- Charakterisierung der objektiv wahrnehmbaren sensorischen Eigenschaften, sowie Beliebtheit und Akzeptanz von traditionellen regionalen Lebensmitteln und Produkten aus pflanzlichen Proteinen mit anerkannten standardisierten Methoden.
- Anbau und Entwicklung von verzehrsfähigen Produkten mit pflanzlichen Proteinen aus der Schweiz. Durchführung von Beurteilungen unter möglichst realen Konsumationsbedingungen, wie beispielsweise Personalrestaurants, home Use Tests (Versuche bilden Basis für Studien im geplanten Restaurant experimental, Posieux)
- Verknüpfen der Daten mit den Humanstudien zur Wirkung des Konsums verschiedener Proteinquellen auf den menschlichen Organismus inkl. Darmflora.
- Enge Zusammenarbeit mit BFH (Lebensmittelherstellung, Konsumenten) und Betreibern von Personalrestaurants.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- (Hartmann, C.; Siegrist, M. (2017) Consumer perception and behaviour regarding sustainable protein consumption: A systematic review. Trends in Food Science & Technology 61, 11-25
- Campbell-Arvai, V., Arvai, J., & Kalof, L. (2014). Motivating sustainable food choices the role of nudges, value orientation, and information provision. Environment and Behavior, 46(4)
- Visschers, V. H. M., & Siegrist, M. (2015). Does better for the environment mean less tasty? Offering more climate-friendly meals is good for the environment and customer satisfaction. Appetite, 95, 475-483
- Dukeshire, S., Masakure, O., Mendoza, J., Holmes, B., Murray, N. (2015) Renewable Agriculture and Food Systems, Volume 30 (5), 439-449

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet

(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Der Einfluss von sensorischen und anderen charakteristischen Qualitätsfaktoren landwirtschaftlicher Produkte auf die Beliebtheit und Akzeptanz bei Konsumenten wird unter möglichst konsumnahen Bedingungen systematisch erfasst. Im Vordergrund stehen traditionelle, regional produzierte sowie neue, aus alternativen pflanzlichen Proteinquellen hergestellte Lebensmittel.

Das gestiegene Bewusstsein hinsichtlich nachhaltiger, regionaler und biologischer Produktion von Lebensmitteln sowie das aktuell negative Image von tierischen Proteinquellen beeinflusst das Angebot und damit verbunden das Konsumverhalten der Konsumenten massgebend. Das Projekt leistet einen Beitrag an Studien zur systematischen Erfassung der Beliebtheit und Akzeptanz von verschiedensten, für die Schweizer Landwirtschaft wichtigen traditionellen Produkten wie beispielsweise Käse sowie von neuartigen, aus alternativen pflanzlichen Proteinquellen hergestellten Produkten. Mit modernen technischen Hilfsmitteln (immersive technologies etc.) sollen die Studien in einem möglichst konsumennahen Umfeld durchgeführt werden können.

Genehmigung des Projektes

Datum: 29.09.2017	Visum FGL: waba
Datum: 29.09.2017	Visum FBL / KBL: a.i. waba
Datum: 02.10.2017	Visum V SFF: i.V. waba



SFF 11 Produktionssysteme durch Smart Farming optimieren

AutorInnen	Matthias Schick, Stephan Pfefferli
Begleitende WissenschaftlerInnen	Christina Umstätter, Thomas Anken
Verantwortliche/r BereichsleiterIn	Nadja El Benni
Research Peer	Christina Umstätter

Zusammenfassung

Die Mechanisierung führt zu einer ständig fortschreitenden Rationalisierung der landwirtschaftlichen Produktion, indem der Faktor Arbeit in Form von Maschinen und mechanischen Einrichtungen durch Kapital ersetzt wird. In den letzten 25 Jahren wurde die klassische Mechanisierung dabei vermehrt mit Informations- und Kommunikationstechnologien (ICT) ergänzt. Durch deren Einsatz wird der Mensch von Routinearbeiten entlastet und kann seine Arbeitskraft effizienter einsetzen, vorhandene Ressourcen besser ausschöpfen und die Qualität der Produktionsprozesse und Produkte verbessern. Die psychischen Belastungskomponenten sind bei diesem Prozess allerdings zunehmend erkennbar. Oftmals sind auch mentale Barrieren im Spiel, da sich die Landwirte und Landwirtinnen durch die neuen Technologien nicht abgeholt fühlen bzw. bei deren Anwendung überfordert sind.

Zur Optimierung von Produktionssystemen und zur Qualitätssicherung stehen vermehrt sensorgesteuerte, automatisierte Verfahren zur Verfügung. Neben Entscheidungsgrundlagen für den Einsatz von Mensch und Maschine bieten «Smart Farming» (SF-) Systeme und deren Vernetzung neue Potenziale für eine wirtschaftlichere, emissionsmindernde und ressourcenschonende Produktion. Dabei besteht ein grundlegender Forschungsbedarf, unter welchen Voraussetzungen diese neuen Technologien in der Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft einen Mehrwert bringen. Aufgrund der hohen Lohnkosten, den hohen Qualitätsansprüchen sowie dem steigenden Bedarf an Dokumentationspflichten können Lösungsmöglichkeiten aufgezeigt werden.

Ausgangslage und Hintergrund

Für grosse wie kleine, für spezialisierte wie diversifizierte Betriebe können die SF-Technologien einen grossen Nutzen bringen (Vangeyte *et al.*, 2014; Didelot *et al.*, 2012). Die Frage, warum gerade die Schweiz Smart Farming (SF)-Technologien und Systeme braucht, ist leicht zu beantworten: zum Ersten sind die Lohnkosten sehr hoch, zum Zweiten wird auf eine hohe Qualität der produzierten Lebensmittel Wert gelegt, zum Dritten soll die Produktion effizienter und ressourcenschonender werden und zum Vierten spielt die Dokumentation und die Rückverfolgbarkeit sowie die Bereitstellung von Entscheidungsgrundlagen eine grosse Rolle für eine nachhaltige Produktion.

Eine Vernetzung der Datenströme aus der Innen- und Aussenwirtschaft, und die damit verbundenen neuen Möglichkeiten der Datenauswertung, können einen wichtigen Beitrag leisten, um verlässliche Entscheidungsgrundlagen bereitzustellen (Erschliessung vernetzter Daten). Ein positiver Effekt der Vernetzung kann jedoch nur erfolgen, wenn ein gutes Datenmanagement vorliegt (Big Data, Datenmanagement), das die Bäuerinnen und Bauern mit aussagekräftigen Informationen unterstützt und gleichzeitig entlastet (Entscheidungsunterstützungssysteme).

Es kann häufig festgestellt werden, dass bei technischen Entwicklungen in der heutigen digitalisierten Welt der Mensch nicht im Zentrum steht (Botthof, A. u. Hartmann, E.A., 2015). Dies hat zur Folge, dass die Bäuerinnen und Bauern nicht den vollen Nutzen aus den neuen Technologien ziehen können und mentale Barrieren entstehen, sich überhaupt mit der Technik und dem möglichen Nutzen auseinanderzusetzen. Darüber hinaus verläuft die Technologieentwicklung oft am Menschen vorbei, wobei auch generationsbedingte Konflikte entstehen können. Dies kann auch an den stark zunehmenden psychischen Belastungskomponenten (Stress) erkannt werden (Agrarbericht BLW, 2013). Hier bedarf es eines Umdenkens und eines stärkeren Einbezugs von Arbeitswirtschaft und Ergonomie in die agrartechnische Forschung. Diese Erkenntnis ist nicht neu, die modernen Arbeitswissenschaften sind erst durch die Industrialisierung entstanden und stehen auf den meisten Landwirtschaftsbetrieben nicht im Zentrum der Betrachtungen. Auch ergonomische und damit gesundheitliche Gesichtspunkte müssen in Betracht gezogen werden. Als typisches Beispiel für SF kann der Melkroboter genannt werden. In einem konventionellen Melkstand treten, trotz ergonomischer Verbesserungen gegenüber der Rohrmelkanlage, noch häufig Muskel-Skelett-Erkrankungen auf. Durch den Melkroboter wird die physische Belastung des eigentlichen Melkens komplett eliminiert. Das kann für einen gesunden Menschen bedeuten, dass er keine Erkrankungen entwickelt. Aber ebenso wichtig

ist, dass es für einen erkrankten Menschen bedeuten kann, dass er weiterhin seinen Lebensunterhalt verdient, ohne die Milchproduktion aufgeben zu müssen. Allerdings sind beim Beispiel Melkroboter die zunehmenden psychischen Belastungskomponenten nicht ausser Acht zu lassen. Im Gegensatz dazu entlasten andere Entwicklungen die arbeitenden Personen von psychischen Belastungen. Automatische Lenksysteme von Traktoren sind das Paradebeispiel dafür. Sie erhöhen einerseits die Präzision und entlasten den Fahrer grösstenteils von der Lenkarbeit, was besonders bei monotonen Tätigkeiten oder während Nachtarbeiten auf dem Feld ein wichtiger Vorteil ist.

Der administrative Aufwand wird von den Landwirtinnen und Landwirten – nicht nur in der Schweiz – als grosse Belastung empfunden. Neben dem administrativen Aufwand für den Erhalt von Direktzahlungen und zur Erfüllung von Vorgaben (z.B. Gesetze, Kontrollen) muss auch häufig noch für Zusatzprogramme und Labels Arbeitszeit eingeplant werden. Auch hier besteht ein grosser Bedarf, SF-Technologien einzusetzen, um den administrativen Aufwand zu verringern. Darüber hinaus können synergetische Effekte erzielt werden, weil durch ein modernes Informationsmanagement die Rückverfolgbarkeit viel besser sichergestellt werden kann, möglichst ohne administrative Zusatzaufwendungen für den Menschen und entlang der gesamten Wertschöpfungskette (Traceability). SF kann einen wichtigen Beitrag leisten, um qualitativ hochwertige Lebensmittel zu produzieren, Produktivitäten und damit letztendlich die Wettbewerbsfähigkeit zu steigern.

In der Schweiz sind nicht nur die Lohnkosten, sondern ist auch die Arbeitsbelastung der Landwirte und Landwirtinnen sehr hoch (Agrarbericht BLW, 2013). Hier kann ein höherer Technisierungsgrad ansetzen. Dabei geht es nicht nur um die Kosteneinsparung, sondern auch um die nachhaltige Entwicklung der Betriebe im Sinne einer sozialen Nachhaltigkeit, und damit um eine höhere Lebensqualität.

Innerhalb eines Systemansatzes entstehen durch die Einbettung vieler einzelner Komponenten des SFF neue Möglichkeiten. Die grossen Fortschritte im Bereich der Sensorik und Datenverarbeitung werden es künftig erlauben, die Produktionsprozesse vom Dünger zum Getreidekorn, vom Gras bis zur Molkerei viel genauer zu erfassen und zu steuern. Dies verbessert die Transparenz, die Qualität und die Wettbewerbsfähigkeit der Produktion. Die Landwirtschaft beschreitet mit SF den Weg zu einer integralen Kontrolle der Produktionsprozesse, wie sie in der Industrie längst üblich ist.

Nationales und internationales Forschungsumfeld

Der Begriff Precision Livestock Farming (PLF) wurde 2002 von Jean Marie Aerts geprägt. Die Entwicklung etablierte sich in der Aussenwirtschaft als Precision Farming (PF) schon in den 1990-er Jahren. Zunächst waren dies sehr kleine Gruppen von Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen, die sich für die beiden Themenbereiche interessiert haben. Anhand der Entwicklung der Teilnehmerzahlen für die ECFA (European Conference on Precision Agriculture) und die ECPLF (European Conference on Precision Livestock Farming) sowie der ICPA Konferenzen (International Conference on Precision Agriculture) kann man die steigende Akzeptanz und die steigende Bedeutung dieser Forschungsgebiete sehen. Neben der Entwicklung einzelner punktueller Optimierungen und Sensoren wird künftig die Einbindung der Daten im «Internet of Things» immer wichtiger. Heutige Smartphones ermöglichen dabei Daten direkt vor Ort zu erfassen und abzurufen. Durch die Anwendung moderner Datenverarbeitungsverfahren (BigData) werden den Landwirten stetig präzisere Daten und Entscheidungsgrundlagen zur Verfügung stehen. Hier muss der Sprung von Farming 3.0 mit dem Einsatz beispielsweise von Melkrobotern hin zu Farming 4.0 erfolgen. Einen Schritt, den viele Menschen in unserer Gesellschaft bereits gemacht haben, ohne es zu merken.

Obwohl die Aussenwirtschaft wie auch die Innenwirtschaft unter dem Begriff Smart Farming vereint sind, erfolgt die Forschung immer noch überwiegend getrennt. Der Schwerpunkt in der Innenwirtschaft liegt auf der intensiven Nutztierhaltung. In diesem Bereich sind beispielsweise die Arbeitsgruppen der folgenden Institutionen aktiv: KU Leuven, Universität Göttingen, Universität Kiel und Natural Resources Institute Finland (Luke). Dabei liegt der Fokus klar auf der Früherkennung von Krankheiten (Gesundheitsmanagement), der automatisierten Erkennung des Östrus oder dem präzisen Fütterungsmanagement. Das präzise Weidemanagement hingegen spielt in vielen europäischen Ländern nur eine untergeordnete Rolle. Zu nennen sind hauptsächlich SRUC (Edinburgh, UK), AgResearch (Palmerston North, NZ), Aarhus University (Aarhus, Dänemark) und TEAGASC (Fermoy, Irland) in enger Zusammenarbeit mit Agroscope in der Milchviehhaltung. Neuerdings ist auch ein grosses Interesse von Rothampsted (North Wyke, UK) zu verzeichnen. Eine der Schlüsseltechnologien in der präzisen Weidewirtschaft ist der virtuelle Zaun (Umstatter 2011). In den letzten Jahren ist das Interesse daran deutlich gestiegen und es gibt immer mehr Institutionen, die versuchen diesen Ansatz weiterzuentwickeln.

Die Entwicklung von Gesundheitsmanagementsystemen (Wiederkausensoren, Pedometer, Lahmheitsdetektoren, Pansenboli, Bewegungssensorsystemen etc.) hat in den Bereichen Milchvieh-, Schweine-, Pferde- und Kälberhaltung zu mehreren nationalen und internationalen Kooperationen in der Forschung geführt. Allerdings haben die Ansätze zur systematischen Kombination von Sensoren im Tierbereich noch keine praxistauglichen Ergebnisse gezeigt.

Im Bereich der Aussenwirtschaft ist nach der Ernüchterung der ersten Versuche des Precision Farming in den 1990-er Jahren aktuell ein grosser Aufschwung festzustellen. Einer der grössten Erfolge verzeichnet Arvalis (FR) mit einer

aktuellen Fläche von 700'000 ha (Duval & Fleury, 2010), die in Frankreich ortsspezifisch gedüngt werden. Dabei werden Düngekarten aus Satellitenbildern und Expertensystemen generiert und den Landwirten zugestellt. Deutschland hat den Weg über traktorgebundene N-Sensoren gewählt, wovon mehrere hundert Exemplare im Einsatz sind.

Telemetrische Systeme, die Parameter verschiedenster Maschinen online zur Verfügung stellen, sind ein anderer Megatrend. Maschinen stellen heute in Echtzeit verschiedenste Parameter wie Leistung, Zustandsgrößen und Treibstoffverbrauch zur Verfügung. Anwendungen zur Optimierung der Logistik der Zuckerrübenlieferungen in die Fabrik oder die Optimierung der Mähdreschersteuerungen sind typische Beispiele dieser telemetrischen Anwendungen. Die Umsetzung genormter CAN-Bus-Systeme (ISO-Bus) ermöglicht den Datenaustausch zwischen verschiedenen Systemen, was eine wichtige Errungenschaft darstellt (Auernhammer, 2006). Es eröffnen sich umfangreiche Möglichkeiten, die Einsätze zu optimieren und mit anderen Produktionsprozessen zu verknüpfen.

Bildanalytische Verfahren (Visionsysteme) eröffnen im Bereich des Pflanzenschutzes grosse Perspektiven. Die Möglichkeit des Einsatzes optischer Sensoren ist dabei sehr breit und reicht von erdgebundenen Kameras über Drohnen, zu Flugzeugen bis zu Satellitenbildern. Ziel ist es, jede einzelne Teilfläche oder Pflanze gezielt zu behandeln und so die Applikation der Hilfsstoffe zu verbessern. Dies wird es ermöglichen, die Einsatzmengen der Pflanzenschutzmittel stark zu reduzieren. Beispielsweise wird zum Thema Unkrautbekämpfung zur Erkennung und Bekämpfung einzelner Unkräuter an verschiedensten Instituten in Europa geforscht (Tillet *et al.*, 1998; Hiremath *et al.*, 2014). Erste Prototypen erreichen langsam die Marktreife. Weiter entwickelt und auf dem Markt verfügbar sind Systeme, die die automatische Reihenerkennung beherrschen, wodurch sich Hackgeräte automatisch steuern.

Die stetige Verbesserung der «Global Navigation Satellite Systems» (GNSS) wird mit dem Launch des europäischen Satellitenortungssystem Galileo zusätzlichen Auftrieb erhalten und die zentimetergenaue Verortung für verschiedenste Aufgaben wie ortsspezifische Applikationen, automatische Lenksysteme und Kontrollaufgaben ermöglichen.

Diese Liste der einzelnen Anwendungen liesse sich noch verlängern und zeigt nur beispielhaft auf, welches enorme Potential in den einzelnen Anwendungen steckt. Längerfristig gilt es die verschiedenen Insellösungen viel besser miteinander zu verbinden und zu verknüpfen. Die landwirtschaftliche Produktion wird dadurch immer transparenter und quantifizierbarer. Dadurch profitieren innerhalb eines Systemforschungsansatzes sämtliche Disziplinen vom Ressourcenschutz bis hin zur Ökonomie.

Sehr häufig wird von Bäuerinnen und Bauern angemahnt, dass viel zu viele Informationen generiert werden, mit denen sie nichts anfangen können. Die sinnvolle Vernetzung der Technologien und eine Auswertung und Aufbereitung der Daten, die dem Landwirt tatsächlich einen Gewinn bringen, müssen im Fokus der Entwicklung stehen.

Es gibt viele interessante technische Ansätze für SF-Technologien, aber es ist auch bekannt, dass nur wenige später als Anwendungen auf den Betrieben zu finden sind (Hogeveen & Steeneveld, 2013). Wenn es eine Idee bis zur Marktreife gebracht hat, dann gibt es weitere Hürden, die genommen werden müssen, um von den Landwirten implementiert zu werden (Holpp, 2008). Die Gründe, warum die Übernahme der Precision Dairy Technologien auf Betrieben nicht erfolgt, wurden von Bewley & Russell (2013) untersucht. Die EU sowie einzelne Administrationen, wie die von Schottland, haben ebenfalls zum Thema «Uptake» eine tiefergehende Analyse verlangt und Forschungsgelder bereitgestellt. Wichtige Gründe für den Mangel an «Uptake» zeigen den Weg auf, den die Forschung in den nächsten Jahren gehen muss (Bewley & Russell, 2013). Neben der bereits genannten Problematik, dass viel zu viele Informationen ohne eine einfache Interpretation generiert werden, wird oft die fehlende Wahrnehmung des ökonomischen Nutzens angeführt. Deshalb war in den letzten Jahren verstärkt ein Einbezug von arbeitswirtschaftlichen Kennzahlen zu beobachten. Jedoch sind die Zahlen in der Regel final erhoben oder es handelt sich um qualitative Befragungen (z.B. O'Brien *et al.*, 2015; Steeneveld *et al.*, 2015). Ein kausaler Ansatz mit dynamischen Modellen zur Ermittlung des Arbeitszeitbedarfs, wie er hauptsächlich bei Agroscope verwendet wird, kann dem Landwirt einen besseren Überblick vermitteln, welchen Nutzen eine neue Technologie für den eigenen Betrieb bringt (Schick, 2006). Ein weiterer Punkt, der von Bewley & Russell (2013) genannt wurde, ist die Komplexität der Systeme und die Schwierigkeit ihrer Nutzung. Um die Applikationen nicht am Markt vorbei zu entwickeln, sollten ergonomische Erwägungen und der verstärkte Einbezug der landwirtschaftlichen Praxis zu einem frühen Zeitpunkt in die Entwicklung integriert werden.

Rückverfolgbarkeit und Lebensmittelsicherheit sind für alle Beteiligten wichtige Themenbereiche: vom Landwirt über die Verarbeiter, die Transportlogistik bis hin zum Konsumenten. Innerhalb des Systemgedankens gilt es hierbei Lösungsansätze zu erarbeiten, bei denen Daten lediglich einmal erfasst und auf jeder Stufe von der Zeiterfassung bis zur Qualitätssicherung zielgerichtet und ohne zusätzlichen administrativen Aufwand genutzt werden können. Erste Ansätze mit kostengünstigen RFID-Tags aus dem Gemüsebau sind vorhanden, aber noch nicht einfach auf andere Produktionssysteme übertragbar. Die wichtige Frage der Datenhoheit ist derzeit noch weitestgehend ungeklärt. Ebenfalls ungeklärt ist die Frage nach dem Informationsbedarf, differenziert nach Anspruchsgruppen und Hierarchieebenen entlang der gesamten Produktions- und Wertschöpfungsketten.

Daraus ergeben sich die drei wichtigsten Forschungsfragen:

1. Wie können Technologien sinnvoll vernetzt werden (Internet of Things), um eine wirtschaftliche, wettbewerbsfähige und gleichzeitig nachhaltige landwirtschaftliche Produktion sicherzustellen?
2. Wie können Kosten-Nutzen-Aspekte und ihr Einfluss auf Akzeptanz, Verbreitung und Wertschöpfung von SF-Technologien in der Landwirtschaft gesteigert werden (Adaptionshemmnisse überwinden)?
3. Wie kann mit SF die Rückverfolgbarkeit entlang der gesamten Wertschöpfungskette sichergestellt werden (Traceability, Food Safety)?

Stellung und Positionierung von Agroscope im Forschungsfeld

Agroscope ist im Bereich SF in verschiedensten Projekten vom Pflanzenbau bis zur Tierhaltung aktiv. Dabei werden sowohl punktuelle Optimierungen im Produktionsprozess als auch umfassendere Methoden entwickelt. Eine vernetzende zentrale Rolle kommt dabei den landwirtschaftlichen Arbeitswissenschaften zu. Über die Methoden der kennzahlenbasierten Schwachstellenanalyse wurde ein Systemansatz entwickelt, der die verfahrenstechnischen Entwicklungen zusammenführt und optimiert (Schick, 2006).

Erste Ansätze zur Verminderung von administrativen Aufwendungen durch SF in der Landwirtschaft werden im Rahmen der Politikberatung überprüft und weiterentwickelt. Ziel ist es, durch verbesserte Erfassungssysteme und Schnittstellen die benötigten Daten mit weniger Aufwand bereitstellen zu können.

Die Entwicklung von RumiWatch (Gesundheitsmonitoring) durch Agroscope stellte einen Meilenstein dar, der 2011 durch eine Goldmedaille an der Agritechnica ausgezeichnet wurde. In Kooperation mit der Firma Itin und Hoch, (Liestal, CH) erfolgte die Umsetzung in die Praxis. Für Melksysteme werden weitere Monitoring- und Diagnosewerkzeuge entwickelt, die es erlauben sollen den Melkprozess tiergerechter zu gestalten. Ziel ist die Verbesserung der Milchqualität und die Senkung der Tierarztkosten.

Die Grundlagenarbeiten zu automatischen Lenksystemen ermöglichten die Weiterentwicklung der Bestellsysteme im Ackerbau mit dem sogenannten «Controlled Traffic Farming». Diese Arbeiten sind bestens integriert in die Entscheidungshilfesysteme Terranimo und TASC, die von Agroscope herausgegeben wurden und es ermöglichen, schädliche Verdichtungen, Treibstoffbedarf etc. zu prognostizieren. In Kooperation mit diversen Landwirtschaftsschulen in den Kantonen Thurgau, Zürich und Bern sowie Lohnunternehmer in der Schweiz soll dieses Verfahren den Weg in die Praxis finden.

Agroscope war schon in verschiedenen Projekten für die automatische, einzelpflanzenspezifische Bekämpfung von Ampfern tätig. Über die Jahre sind stetige Fortschritte erkennbar, die mittelfristig erwarten lassen, dass diese mühselige Arbeit künftig Maschinen übernehmen. Bei solchen Maschinen (Robotern) handelt es sich um komplexe Systeme, die sich nur durch breit abgestützte interdisziplinäre Kooperationen entwickeln lassen. In diesem Sinne ist die enge Kooperation mit CSEM, Neuenburg, ein wichtiger Schritt zur Stärkung der Position von Agroscope.

Im Bereich der Bewässerungssysteme hat Agroscope verschiedene Arbeiten in Gewächshäusern und in Obstanlagen ausgeführt. Das Potential der Wassereinsparung durch intelligente Systeme ist beträchtlich und wird auf verschiedensten Betrieben erfolgreich umgesetzt.

Die NIR-Technologien ermöglichen ein sehr breites Anwendungsgebiet. Agroscope hat mit der einzelkornweisen Qualitätsanalyse von Weizen die Grundlagen geschaffen, die Selektion für die Züchtung zu verbessern. Dies erstreckt sich sogar auf die Generierung von Grundlagen für besondere Qualitätseigenschaften von Weizen.

Wissenschaftliche Ziele und Forschungsfragen

Wissenschaftliche Ziele

1. Die landwirtschaftliche Produktion mit Smart Farming-Systemen wettbewerbsfähiger, ergonomischer, ökologischer und tiergerechter gestalten.
2. Entwickeln, optimieren und evaluieren von innovativen Sensortechnologien, Datenverarbeitungsmodellen, Entscheidungsunterstützungssystemen und Produktionsverfahren zur Verbesserung der landwirtschaftlichen Produktionssysteme.

Die wichtigsten konkreten Forschungsfragen für Agroscope

1. Mit welchen Kennzahlen lassen sich moderne Technologien bewerten und erlauben es damit den Landwirtinnen und Landwirten, neue Anwendungen aus arbeitswirtschaftlicher, ökonomischer und ergonomischer Sicht einordnen zu können?
2. Welchen Beitrag können neue technische Lösungen (z.B. Apps, Einsatz von UHF-RFID Technologie) zur Verminderung des administrativen Aufwandes und zur Verbesserung der Rückverfolgbarkeit von Produkten leisten?
3. Welche ökonomischen, ökologischen, und arbeitswissenschaftlichen (Aus)Wirkungen können aufgrund des Einsatzes neuer Technologien erwartet werden?
4. Welche Anforderungen haben Betriebsleitende an neue, moderne Technologien und welche Determinanten bestimmen die Akzeptanz?

5. Wie können autonome, kybernetische Systeme zur Optimierung von Produktionsverfahren und -systemen im Pflanzenbau und in der Tierhaltung aussehen?
6. Wie lassen sich Produktionsverfahren und Produktionssysteme, z.B. für Bewässerung von Baum- und Gemüsekulturen und Milchproduktion durch digitale Technologien optimieren?

Praktischer Nutzen der Aktivitäten im Forschungsfeld und wichtigste Outcomes

Die schnelle Entwicklung und das enorme Potential von SF-Technologien wird die landwirtschaftliche Produktion tiefgreifend verändern. Es gilt die neuen Möglichkeiten für eine ressourcenschonende, ökonomische und sozialverträgliche Produktion auf einem hohen Qualitätsniveau zu nutzen. Die Möglichkeiten liegen in einem sehr breiten Bereich und werden keinen Sektor unberührt lassen. Durch praxisnahe Anwendungen, die sowohl auf die Betriebsbedürfnisse als auch auf gesamte Wertschöpfungsketten bzw. -netzwerke angepasst sind, kann die Wettbewerbsfähigkeit der Schweizer Landwirtschaft gesteigert werden. Autonome Systeme und integrierte Sensoren haben oftmals, neben einer Verbesserung von Produktion und Produktivität, auch eine Veränderung der körperlichen und psychischen Arbeitsbelastung sowie der Wirtschaftlichkeit zur Folge. Diese Veränderungen können mit Kennzahlen belegt und der Landwirtschaft über Publikationen in der Fachpresse sowie Vortrags- und Weiterbildungsveranstaltungen zugänglich gemacht werden.

Schliesslich soll die Verminderung des administrativen Aufwandes durch die durchgeführten Forschungsarbeiten und den Wissenstransfer in die Praxis erreicht werden. Damit steigt letztendlich auch die Akzeptanz der Agrarpolitik.

Was ist neu im Forschungsfeld?

Das Forschungsfeld Smart Farming beinhaltet einen neuen Forschungsansatz mit einer interdisziplinären Querschnittsfunktion. Neben der Steigerung von Wettbewerbsfähigkeit und Ressourceneffizienz soll im Rahmen der Forschungsarbeiten auch die Sozialverträglichkeit der landwirtschaftlichen Produktion verbessert werden. Neu ist im Rahmen der wissenschaftlichen Ziele des Forschungsfeldes, dass innerhalb eines Systemforschungsansatzes mit den Elementen Systemanalyse, Systemtheorienbildung und experimenteller Verifizierung geforscht wird. Im Gegensatz zu bisherigen verfahrenstechnischen Forschungsansätzen zum Precision Farming steht beim vorliegenden Forschungsfeld Smart Farming der Mensch im Vordergrund. Die neuen Forschungsansätze führen zu einem neuen regelbasierten Betriebsführungsansatz mit den Elementen Prozesserfassung, Schwachstellenanalyse, Fehlerbehebung und Optimierung. Die Steuerung vieler Prozesse, beruht auch heute noch oft auf Tradition und Gefühl. Um die Wettbewerbsfähigkeit zu steigern muss in Zukunft jedoch der Grundsatz herrschen, «what gets measured gets managed». Hierfür sollen die Möglichkeiten und Grenzen der Vernetzung, mit dem Ziel von Farming 4.0, speziell für die Schweizer Landwirtschaft, untersucht und Lösungen entwickelt werden. Durch den holistischen Ansatz der Systembewertung, basierend auf dem interdisziplinären Zusammenspiel verschiedener Forschungsgruppen und Versuchsbetrieben an verschiedenen Standorten, wird der USP von Agroscope in diesem Bereich entwickelt und ausgebaut.

Positionierung des SFF im Dreieck «Markt für Primärprodukte», «Betrieb» und «Ressourcen für die Produktion»

Smart Farming umfasst mit den breiten Möglichkeiten der Datenerfassung und -verarbeitung sämtliche Bereiche der Produktionsressourcen, des landwirtschaftlichen Unternehmens sowie von Betrieb und Familie. Es trägt ebenfalls zu den wichtigen Facetten der Bereiche Verbraucherschutz, Logistik und Rückverfolgbarkeit bei. Das SF schliesst durch den interdisziplinären Ansatz eine wichtige Lücke innerhalb der Agroscope-Forschungsfelder.

Inhaltliche Schnittstellen zu den weiteren Forschungsfeldern

- Die Entwicklung, Bewertung und Optimierung von SF-Systemen soll vor allem eine Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit und der Ressourceneffizienz der Schweizer Landwirtschaftsbetriebe zur Folge haben. Damit ist das vorliegende SFF eng verzahnt mit dem **SFF 13** «Potenziale erkennen, um die Wettbewerbsfähigkeit der Landwirtschaftsbetriebe zu verbessern», bei dem es überwiegend um ökonomische Lösungsansätze geht.
- Ein wichtiger Teilbereich des Smart Farming ist die Entwicklung von Entscheidungsunterstützungssystemen für die Früherkennung von Erkrankungen und physiologischen Stadien, wie zum Beispiel die Östruserkennung, Lahmheiten oder das Identifizieren von Tierwohl-Problemen. Damit kann es einen wichtigen Beitrag leisten, die Tiergesundheit zu verbessern und Haltungssysteme bewerten und optimieren zu können (**SFF 6** «Tiergerechte Haltung und Tiergesundheit stützen und fördern»). Im Bereich Aussenwirtschaft kann das SFF ebenfalls zum Einsatz kommen im Bereich der Früherkennung von Krankheiten oder Stress im Pflanzenbestand. Zusätzlich werden auch technische Möglichkeiten zur individuellen Applikation von Pflanzenschutzmitteln angeboten (**SFF 5** «Nachhaltigen, risikoarmen Pflanzenschutz entwickeln»). Das selbe gilt für die individuellere Applikation von beispielsweise Düngemitteln (**SFF 2** «Ressourceneffiziente Anbaumethoden und -systeme für den Ackerbau

und die Spezialkulturen entwickeln»). Zu prüfen ist der Einsatz von SF zur Unterstützung der funktionellen Biodiversität.

- Als weitere Schnittstelle ist das **SFF 14** «Nachhaltigkeit und Ökoeffizienz der Landwirtschaft bewerten und Verbesserungsmöglichkeiten aufzeigen» anzuführen. Monitoring-Programme, Inventare sowie Energie- und Stoffbilanzen können erst durch den Einsatz von Sensortechnologie und Automatisierung in einen breiten Einsatz gelangen. Weiter ist die Land- und Ernährungswirtschaft gefordert, knappe Ressourcen wie fossile Energie oder Phosphor effizienter einzusetzen. Auch hier können intelligente Systeme und individuelle Applikationen einen wichtigen Beitrag leisten.

Bestehende und neu geplante Zusammenarbeiten mit anderen Forschungsinstitutionen

Derzeit besteht eine enge Zusammenarbeit mit TEAGASC (Irland) über das Projekt «ICT tools for Grazing Management», in dem ein Prototyp für einen virtuellen Zaun entwickelt wurde, sowie der Ertragsschätzung von Weideland durch automatisierte und georeferenzierte Aufwuchshöhenmessung. Ein weiterer Projektpartner ist das Institut de l'élevage (Frankreich) und TrueNorth Technologies (Irland). Ab dem 01.02.2016 startet ein Folgeprojekt (ICT Agri: GrassQ), das sich mit der Entwicklung von automatisierter Messtechnik zur Grasqualität beschäftigt. Dabei geht es um bodengestützte Systeme sowie Fernerkundung. Diese Informationen sollen dann einer Informationsplattform zur Verbesserung der Grünlandbewirtschaftung zur Verfügung stehen. Weitere Projektpartner sind TEAGASC, TrueNorth Technologies, Cork Institute of Technology, Maynooth University, Tree Metrics Ltd. (alle Irland); SEGES, Agrotech, Ascendxyz (alle Dänemark), Finnish Geospatial Institute und Green Technology (Finnland).

Eine weitere Zusammenarbeit mit TEAGASC besteht durch eine gemeinsam betreute Promotionsarbeit im irischen Nationalfondprojekt «Precision Dairy Farming». Ergänzend ist eine Pilotstudie zu erwähnen, die den Einsatz von UHF-Ohrmarken testet: zum Ersten, um die administrativen Tätigkeiten für die Landwirte zu verringern, zum Zweiten, um die Rückverfolgbarkeit von Antibiotika zu automatisieren und zum Dritten, um eine praxisnahe Lösung für die automatisierte Früherkennung von Krankheiten zu entwickeln. Die Pilotstudie erfolgt in Zusammenarbeit mit der Universität Hohenheim (Deutschland). Danach soll das Projekt beim Bundesamt für Lebensmittelsicherheit (BLV) eingereicht werden. Ein erster Austausch zwischen dem BLW-Team «Administrative Vereinfachung», Agroscope und dem BLV ist bereits erfolgt. Auch das Zentrum für tiergerechte Haltung und das FIBL wurden hierzu schon kontaktiert.

Darüber hinaus erfolgt eine gemeinsame Betreuung einer Doktorierenden zusammen mit SRUC (Edinburgh, UK), Institut für Zoo- und Wildtierforschung (Berlin, DE) und Federal University of Rio Grande do Sul (Brasilien) im Bereich Tierwohlbeurteilung durch chronobiologische Parameter. Dies soll später auch zur Früherkennung von Erkrankungen dienen und hat Anknüpfungspunkte zum Projekt RumiWatch. Durch das KTI-Projekt RumiWatch besteht darüber hinaus auch eine nationale Zusammenarbeit mit der Universität Bern (VetSuisse) und dem Umsetzungspartner Itin und Hoch (Liestal, CH). Diese Studie liefert auch Grundlagen für ein geplantes SNF-Projekt der Forschungsgruppen Arbeit, Bau, Systembewertung (20.3) und Sozioökonomie (20.1) in Zusammenarbeit mit CSEM zur Beurteilung der Stressbeanspruchung von Landwirten, da die Rhythmizität ein Schlüsselparаметer ist für das Wohlbefinden von Mensch und Tier.

Weiter sind gerade zwei ICT-AGRI-ERA-NET-Projekte angelaufen. Im Projekt DockWeeder wird ein Roboter entwickelt, der im biologischen Landbau Blacken automatisch und einzelstockweise bekämpfen soll. Neben der Bachmann AG (Bütschwil, CH) und der ZHAW (Winterthur, CH) arbeiten dort auch Pilgrim (Thouaré s/ Loire, FR) und Terrena Innovation (Ancenis, FR), Aalborg University (Aalborg, DK) und DLO (Wageningen, NL) mit. Die Zusammenarbeit für das Projekt PAMCoBA zum Thema «Methoden der Kosten-Nutzen-Analyse von Precision Agriculture» erfolgt mit UCPH (Aalborg, DK) und UNIBO (Bologna, IT).

Mit CSEM (Neuenburg, CH), EnvEve (Manno, CH) und verschiedenen Industriepartnern werden neue Wege zur Bewässerungssteuerung von Baumanlagen erarbeitet, die Sensoriksysteme und die Verarbeitung von Big Data mittels selbstlernender Algorithmen einbeziehen. Gemeinsam mit CSEM und der Firma Krummenacher (Dietwil, CH) soll die ortsspezifische Wiesenübersaat realisiert werden. Das Controlled Traffic Farming wird mit dem LBBZ Arenenberg, dem Strickhof Lindau, der Bodenschutzfachstelle Bern sowie verschiedenen Lohnunternehmern auf 15 Parzellen in der Praxis umgesetzt.

Literatur

- Auernhammer, H. 2006. Präzise Landwirtschaft dank Elektronik. Landtechnik, 04, 196–197.
- Bewley, J.M. and Russell, R.A. 2013. Precision dairy technology adoption concerns. In: Berckmans, D. and Vandermeulen, J. (ed.), Precision Livestock Farming '13. Leuven, Belgium, 194–198.
- Botthof, A. u. Hartmann, E.A. 2015. Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0, Verlag Springer Vieweg, e-ISBN 978-3-662-45915-7

- Bundesamt für Landwirtschaft, 2013. Schweizer Agrarbericht 2013. BLW, Bern.
- Didelot, D., Dörfler, R., Fealy, R., Holpp, M., Kelly, R., Latsch, A. and Thysen, I. 2012. ERA-Net ICT-AGRI Strategic Research Agenda. M. Lötscher, Copenhagen, 42 p.
- Duval-Fleury, A.-D. and Laurent F. 2009. Farmstar – Bilan du service à l'horizon 2010. Perspectives Agricoles (362), 60–62.
- Hiremath, S., van Evert, F., ter Braak, C., Stein, A. and van der Heijden, G., 2014. Image-based particle filtering for navigation in a semi-structured agricultural environment. Biosystems Engineering (121), 85–95.
- Hogeveen, H. and Steeneveld, W. 2013. Essential steps in the development of PLF systems for the dairy sector. In: Berckmans, D. and Vandermeulen, J. (ed.), Precision Livestock Farming '13. Leuven, Belgium, 47–55.
- Holpp, M., 2008. Farm survey on the use of electronics and IT in agriculture. Landtechnik (1), 48–49.
- O'Brien, B., Foley, C., Shortall, J. and Shalloo, L. 2015. An economic appraisal of automatic and conventional milking within a grass based seasonal milk production system. In: Guarino, M. and Berckmans, D. (eds.), Precision Livestock Farming '15. Milan, Italy, 21–29.
- Parasuraman, R., Sheridan, T.B. and Wickens, C. D. (2000): A Model for Types and Levels of Human Interaction with Automation. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics — Part A: Systems and Humans, Vol. 30, No. 3, 286–297
- Schick, M. 2006. Dynamische Modellierung landwirtschaftlicher Arbeit unter besonderer Berücksichtigung der Arbeitsplanung, Ergonomia Verlag, ISBN 978-3-935089-07-4
- Steeneveld, W., Vernooij, J.C.M. and Hogeveen, H. 2013. Effect of sensor systems on production, health, reproduction and economics on Dutch dairy farms. In: Berckmans, D. and Vandermeulen, J. (ed.), Precision Livestock Farming '13. Leuven, Belgium, 309–317.
- Tillett, N.D., T. Hague, and J.A. Marchant, 1998. A robotic system for plant-scale husbandry. Journal of Agricultural Engineering Research (69), 169–178.
- Vangeyte, J., Mertens, K., Thysen, I., Lötscher, M., Holpp, M., Kelly, R., Fealy, R., Didelot, D., Erpenbach, J., Latsch, A. and Beck, B. 2014. ICT-AGRI: main achievements and future perspectives. In: AgEng 2014: International Conference of Agricultural Engineering. 6–10 July, ed. AgEng, Zurich.
- Umstätter, C. (2011). The evolution of virtual fences: A review. Computers and Electronics in Agriculture 75, 10–22.



Projekte des SFF 11:
Produktionssysteme durch Smart Farming optimieren

Projets du CSR 11:
Optimisation des systèmes de production grâce à Smart Farming

18.11.15.02.02	Gestion des systèmes de culture en serre par contrôles non-destructifs
18.11.20.03.01	Arbeitswirtschaftliche Kennzahlen für die Bewertung von aktuellen Arbeits- und Produktionsverfahren und neuen Technologien
18.11.20.03.02	Digitalisierung der graslandbasierten Schweizer Milchproduktion – Nachhaltigkeit durch technologieoptimierte, smarte Milchproduktionssysteme
18.11.20.03.03	Grundlagen zur Bewertung der maschinellen Milchgewinnung
18.11.20.04.01	Module für die Umsetzung des Smart Farmings



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'économie,
de la formation et de la recherche DEFR
Agroscope

Programme d'activité

N° de projet

PA 2018-2021

18.11.15.02.02

Désignation abrégée/acronyme du projet (max. 20 caractères)

ND-MoniGreen

N° Domaine

15

Systèmes de production Plantes

N° Groupe

15.2

Cultures sous serre

Chef-fe de projet/suppléant-e

Cédric Camps / Céline Gilli

Durée du projet

Début du projet

Fin du projet

4 ans

2018

2021

Projet

Total des jours de travail sans fonds tiers	960
Contribution au CSR	11
Contribution à d'autres CSR	2

Enquête sur les besoins: contribution à la demande n°	4.73; 4.74; 4.75; 6.17; 6.18; 12.93; 18.136
Le projet contient des travaux financés par des fonds tiers	☒ oui ☐ non
Le projet contient une contribution à l'agriculture biologique	☒ oui ☐ non

Titre dans la langue originale

Vers une gestion des systèmes de culture en "temps réel" en serre par un contrôle non destructif des plantes et des fruits

Gestion des systèmes de culture en serre par contrôles non-destructifs

Toward a "real-time" cropping systems management in greenhouse by non-destructive monitoring of plants and fruits

Système de production, source lumineuse, substrat, hydroponie, plant monitoring,

Situation initiale et problématique

Situation initiale

La serre est l'environnement agricole le plus connecté et pour lequel les facteurs climatiques sont les plus maîtrisés. Cette maîtrise permet une gestion des cultures optimisée afin d'obtenir les plus hauts rendements. Si les facteurs environnementaux (température, humidité relative, dioxyde de carbone, etc.) sont parfaitement monitorés et adaptés au mieux en fonction des besoins présumés de la culture, il n'en est pas de même pour d'autres facteurs tels la nutrition (carences, stress) ou encore la présence de maladies et ravageurs (acariens tétranyques, oïdium, etc.). Or, les problèmes de nutriments engendrent des désordres physiologiques tandis que la présence de maladies ou de ravageurs crée des dégâts irréversibles sur les plantes. *In fine*, l'ensemble de ces facteurs induit une diminution des rendements, de la qualité et par conséquent de la rentabilité de la culture.

Problématique

Les accidents physiologiques et la présence de problèmes phytosanitaires doivent être détectés au plus tôt afin d'initier des actions correctives avant que les pertes agricoles ne soient irréversibles. Une détection précoce permettrait de gagner en efficacité, de limiter les intrants et la charge de travail. L'issue que nous proposons à cette problématique est la possibilité de faire du « monitoring » non-destructif sur la plante et les fruits de cette dernière. Cette approche permettrait de détecter des événements au plus vite, de réagir en « quasi » temps réel et ce sans endommager la plante. Parmi les options visées, l'exploitation des signaux électriques mesurés in planta et digitalisés seront exploités.

D'autre part, le « monitoring » des fruits permettrait de s'assurer de la bonne construction de leur qualité, une problématique d'intérêt pour la production de tomate en serre en Suisse. Sur fruits, l'analyse des courbes digitalisées issues des mesures de spectroscopie proche infrarouge et de tests de texture seront exploitées.

Objectifs et questions de recherche

L'objectif global de ce projet est de proposer des outils facilitant la conduite des cultures sous serre par une meilleure maîtrise des facteurs biotiques et abiotiques affectant ces cultures. Deux axes organisés en Work-Packages (WP) seront étudiés :

WP1. Monitoring des signaux électriques appliqués à la détection précoce de stress nutritionnels et hydrique

La nutrition des plantes en serre concentre l'attention de nombreuses demandes de la profession tant les effets d'une mauvaise maîtrise de cette dernière peut engendrer des dégâts irréversibles sur la plante mais aussi les fruits. Les exemples les plus connus sont :

- le stress hydrique des cultures sur substrats inertes ou à très faible inertie en serre.
- les carences nutritionnelles qui induisent dommages sur les fruits de la tomate et des pertes de rendements.

La maîtrise de la nutrition (minérale et hydrique) dépend des opérateurs en serre mais aussi des conditions climatiques changeantes ou encore du fond génétique de la plante. Les facteurs agissant sur cette contrainte sont nombreux et un « monitoring » sur la plante serait un atout innovant pour répondre au plus précis aux besoins nutritionnels de cette dernière. Cette maîtrise permettrait une gestion optimisée des intrants nutritifs et donc une meilleure efficacité de la culture.

Notre approche focalisée sur la nutrition prendra en compte le modèle végétal afin d'adapter le système de culture. En effet, si la tomate est cultivée sur substrat organique ou minéral, les systèmes culturaux des légumes feuilles et condimentaires se basent de plus en plus sur des systèmes hydro- et aéroponiques.

WP2. Exploitation des courbes digitalisées appliquées à la construction de la qualité

WP2.1. Spectres proches infrarouges

La construction de la qualité des fruits en serre est influencée par la génétique de la variété mais aussi par les facteurs environnementaux et les techniques culturales. Afin de suivre cette construction, l'utilisation de la spectroscopie proche infrarouge sera utilisée. L'objectif sera de consolider des modèles de prédiction de la qualité et d'en développer de nouveaux, en particulier liés à la qualité physico-chimique, nutritionnelle et la préférence des consommateurs (Camps and Christen, 2009; Camps et al., 2014; Camps and Gilli, 2017).

WP2.2. Courbes contraintes-déformation de texture

La texture des fruits et légume est un facteur important dans la préférence des consommateurs. Aujourd'hui, les méthodes de mesure objectives de la texture reposent sur l'analyse des propriétés rhéologiques des fruits frais. Ces analyses renvoient des indicateurs paramétrés dont la corrélation avec la préférence des consommateurs n'est que partielle. L'objectif sera de développer (1) une méthode d'analyse des courbes digitalisées des mesures de texture basée sur l'ensemble des points de mesures des courbes « contraintes-déformation » (Camps et al., 2005).

Des collaborations au sein d'Agroscope sont prévues:

- Groupe Cultures sous serre (C. Gilli)
- Groupe Baies et plantes Médicinales (V. Michel)
- Groupe Production fruitière en région alpine (P. Monney)

Des finalités pratiques aux différents WP et au projet dans son ensemble sont quantifiables :

- Développer un outil de suivi de la santé des plantes en serre directement sur la plante
- Optimiser la gestion des intrants de la culture à l'écoute de la plante
- Développer une méthode de détection des ravageurs en serre
- Vers le développement de la robotisation utilisant les méthodes non-destructives de monitoring en serre

Collaborations et/ou projet tiers:

- **VIVENT Sàrl** – CTI/KTI Check no. 26503.1 INNO-LS) -2017-2018 – Plant Electrophysiology Cheque (PEP Check) »
- **CSEM / Vivent Sàrl**– CTI en cours d'écriture pour 2017-2020 – « Monitoring non-destructif des plantes »
- **Lumartix SA** – CTI/KTI Check no. 26057.1 INNO-LS) -2017-2018 – Croissance de légumes / fruits sous lampe plasma
- **IDIAP / HESSO** – Projet sur fond tiers envisagé – Détection et robotisation en serre

Contribution concrète au CSR n° 11 (décrire en quelques phrases la contribution concrète et les nouvelles connaissances relatives au CSR, en précisant clairement le lien thématique avec les questions de recherche formulées dans le CSR)

Les activités décrites ci-dessous répondent pour parties aux questions no.3 et no.5 du CSR n° 11.

Question n°3. Welche Potenziale bieten autonome, kybernetische Systeme zur Optimierung von Produktionsverfahren und -systemen im Pflanzenbau und in der Tierhaltung? Quels sont les potentiels de systèmes autonomes et cybernétiques pour optimiser les processus de production et les systèmes de production végétale et d'élevage?

Question n°5. Wie lassen sich Systeme, z.B. für Bewässerung von Baum- und Gemüsekulturen und Milchproduktion durch digitale Technologien optimieren? Comment les systèmes, par exemple pour l'irrigation des cultures arboricoles et végétales et la production de lait à travers les technologies numériques?

Activités répondant aux questions no.3 et no.5 du CSR no.11 :

• **Exploitation des signaux électriques digitalisés dans les plantes en serre**

L'enregistrement et l'analyse des signaux électriques dans les plantes est un sujet de recherche encore fondamental mais pour lequel le potentiel d'application dans l'agriculture est prometteur. En coopération avec la société Vivent Sarl (CH) et le CSEM, nous supportons le développement d'un appareil permettant la mesure des signaux électriques sur des plantes en conditions de production. En 2017, un chèque innovation de la CTI/KTI (CTI/KTI no. 26503.1 INNO-LS) a été approuvé et un projet CTI/KTI sera déposé au dernier trimestre 2017. Ce projet devrait couvrir les années 2018-2020. D'un point de vue thématique, les applications de l'étude des signaux électrique sera tournée vers :

- o les stress abiotiques des plantes en serre
- o la nutrition des plantes en serre
- o l'efficacité des ressources en serre

• **Analyse des mesures digitalisées dans la qualité des fruits et légumes**

L'analyse de données numérisées à partir de signaux ou données « continues » est de plus en plus courante dans l'analyse des fruits et légumes. Dans le cadre de l'analyse qualité des F&L, deux types de données numérisées sont concernées :

- (1) L'analyse des spectres proche infrarouge
- (2) L'analyse des courbes numérisées de texture

- Ces analyses seront effectuées sur des fruits exposés à diverses conditions environnementales rencontrées en serre (température, humidité, lumière, etc.). dans le cadre de cette approche qualité, un chèque innovation de la CTI/KTI (CTI/KTI Check no. 26057.1 INNO-LS) -2017-2018 est en cours avant un dépôt de CTI envisageable pour 2018.

• **Modélisation chimiométrique des données digitalisées**

Les données digitalisées sont caractérisées par des matrices rectangulaires renfermant de grands nombres de données (plusieurs centaines à plusieurs millions). Ces données ne peuvent pas être analysées par les statistiques classiques mais doivent faire appel au domaine de la « chimiométrie ». La chimiométrie permet des analyses multifactorielles à visées prédictives (quantitatives / qualitatives), de classification et de type supervisées ou non-supervisées. L'application de la chimiométrie permettra d'optimiser l'extraction de l'information des données digitalisées.

Contribution à max 3 autres CSR (décrire en quelques phrases la contribution concrète relative aux questions de recherche formulées dans le CSR)

au CSR n° 2 :

Question n°1. - « efficacité des ressources » -

Développement de méthodes de monitoring non-destructif destiné à la détection précoce de déséquilibres hydriques et/ou physiologiques. Ces méthodes devraient permettre une gestion efficace des ressources hydriques et minérales (CTI/KTI no. 26503.1 INNO-LS).

Question n°4. - « interaction systèmes de production innovant vs. qualité » -

Différents systèmes de cultures sont optimisés en fonction des variétés de légumes :

- Lumière vs. Qualité des fruits et légumes (CTI/KTI Check no. 26057.1 INNO-LS) -2017-2018.
- Systèmes de culture vs. Qualité des fruits et légumes

Utilité principale pour l'agriculture biologique (dans le cas d'une contribution, la décrire concrètement en quelques phrases)

Les résultats ainsi que les méthodologies développées seront aisément transférables à l'agriculture biologique.

Matériel et méthodes (description sommaire)

Matériel et méthodes.

1. Matériel végétal

Le matériel végétal concernera les cultures majeures en serre maraîchères : - Tomate - Salade – Aubergine

2. Technique culturale

Seules les cultures sous serres ou sous abris seront travaillées.

3. Support de culture

Les supports de cultures sont caractéristiques des possibilités en culture sous serre : - Culture sur substrat inerte - Culture hydroponique - Culture en pot sur substrat organique - etc.

4. Mise en place de contraintes environnementales

Les thèmes agronomiques travaillés concernent les aspects stress abiotiques survenant en culture sous serre (nutrition, stress hydrique, qualité de la lumière d'éclairage).

5. Mise en place « Essais éclairage »

Une étude particulière de l'effet de la lumière sur la physiologie de la plante et la qualité des fruits sera mise en place avec diverses sources de lumières. Ces sources diffèrent dans la qualité spectrale : -Lampe HPS 1000Watt - Lampe LED eq. 1000Watt - Lampe Plasma 1000Watt/2200Watt. Cet essai sera conduit sur tomates et exceptionnellement sur fraises (demande CTI/KTI).

6. Monitoring

SERRE :

Les conditions climatiques et environnementales de la serre seront suivies en continues par divers capteurs et digitalisées via l'interface DGT-Volmatic: - T°C – HR – Lumière – CO₂ – écrans – ouvrants – etc.).

PLANTE :

- Un monitoring de mesures à interprétées et corrélées sera effectué : – Signaux électriques (plante *in vivo*) – Spectroscopie FT-NIR (fruits) –
- Le monitoring sur plante sera effectué via différents instruments équipés de capteurs non-invasifs ou non-destructifs. Ces mesures permettront d'obtenir diverses informations sur la plante *in vivo* en serre : – Pression de turgescence foliaire – Fluorescence chlorophylle – Teneur chlorophylle – Lumière au niveau plante (PAR ou capteurs Silicium 300 à 1100nm) –
- Un monitoring agronomique sera effectué par mesure manuelles : – phénologie – contrôles sanitaire.
- Un monitoring destructif sur fruits permettant d'obtenir les valeurs de : – Qualité physico-chimique – Texture / rhéologie – Analyses nutritionnelles.

7. Modélisation / chimiométrie

L'analyse de données et la modélisation sera effectuée sur l'environnement Matlab R2017 et utilisera des méthodes supervisées ou non, qualitatives ou quantitatives, etc. : PCA, PCR, SWR, PLS, etc.

Bibliographie (toutes dernières connaissances / ne citer que quelques publications propres et étrangères scientifiques et axées sur la pratique)

- **Camps, C., and Christen, D.** (2009). Non-destructive assessment of apricot fruit quality by portable visible-near infrared spectroscopy. *Lwt-Food Science and Technology* 42, 1125-1131.
- **Camps, C., and Gilli, C.** (2017). Prediction of Local and Global Tomato Texture and Quality by FT-NIR Spectroscopy and Chemometric. *Eur. J. Hort. Sci.* 82, 126-133.
- **Camps, C., et al.** (2014). Qualitative and Quantitative Models Based on Handheld NIR Spectroscopy to Monitor the Tomato Fruit Development During Early and Full Season. *Global Journal of Agricultural Innovation* 1, 27-38.
- **Camps, C., et al.** (2005). Data analysis of penetrometric force/displacement curves for the characterization of whole apple fruits. *Journal of Texture Studies* 36, 387-401.
- **Gigon, V., et al.** (2016). Biological control of *Tetranychus urticae* by *Phytoseiulus macropilis* and *Macrolophus pygmaeus* in tomato greenhouses. *J. Exp. Appl. Acar.* 68, 55-70.
- **Camps, C., et al.** (2013). Stratégies de lutte contre les acariens sur tomates *Der Gemüsebau/Le maraîcher*, 5, p.27-28.
- **Gilli, C., et al.** (2017). LED dans la canopée *Der Gemüsebau/Le maraîcher*, 4, p.29-30.
- **Camps, C.** (2017). La spectroscopie NIR pour la tomate *Der Gemüsebau/Le maraîcher*, 3, p.39-40.

Teaser et résumé succinct du projet pour la communication/Internet

(Teaser: max. 400 caractères; résumé succinct: max. 800 caractères, espaces inclus)

Le présent projet vise à extraire des informations de la plante et des fruits *in vivo* (en serre) et de s'en servir pour développer des outils permettant de rendre les cultures en serre plus efficaces. Ces informations de nature digitalisées renseigneront sur l'état physiologique de la plante à l'instant « T ».

L'efficacité des cultures sous serre est une priorité tant les enjeux écologiques et sociétaux sont pressants. Le présent projet vise à se rapprocher de la plante et des fruits *in vivo* (en serre) afin d'en extraire des informations pertinentes (nutrition, eau, maladie, éclairage, etc.) pour rendre la conduite des cultures plus efficaces.

Ces informations qui seront obtenues de façon diverses et plurielles (différents capteurs) devront être digitalisées et « Wireless » transmises afin d'être exploitées en temps quasi-réel. *In fine*, l'exploitation de ces données devra être utilisée pour le pilotage des cultures sous serre.

Approbation du projet

Date:	31-03-2017	Visa R GR:	gice
Date:	14-09-2017	Visa R DR / R DC:	Cach
Date:	28-10-2017	Visa R CSR:	elna



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.11.20.03.01

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

AW Kennzahlen

Nr. Bereich.

20 Wettbewerbsfähigkeit und Systembewertung

Nr. Gruppe

20.3 Automatisierung und Arbeitsgestaltung

Projektleitung/Stellvertretung

Katja Heitkämper / Roy Latsch

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	1953
Beitrag zu SFF	11
Beitrag zu weitem SFF	5, 6, 13, 14

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	3.87, 12.78, 12.94, 12.103, 12.105, 23.225
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☐ ja ☒ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	x ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Arbeitswirtschaftliche Kennzahlen für die Bewertung von aktuellen Arbeits- und Produktionsverfahren und neuen Technologien

Grundlagen SAK, Arbeitsvoranschlag, Technischer Fortschritt, Arbeitsbelastung, Arbeitsbeanspruchung

Revision and provision of key figures regarding labour for the evaluation of actual and new technologies

Labour, work budget, workload, technical progress

Ausgangslage und Problemstellung

Arbeitswirtschaftliche Kalkulationsdaten bilden die Grundlage für eine vollständige Arbeitsplanung im landwirtschaftlichen Betrieb, für die Berechnung von Arbeitskosten und Arbeitsproduktivität sowie für die Abschätzung der physischen und psychischen Arbeitsbelastung. Konkret kommen arbeitswirtschaftliche Kennzahlen u.a. in folgenden Bereichen der Politik, der Praxis und der Beratung zur Anwendung:

- *Landwirtschaftliche Begriffsverordnung (LBV, Kap. 2.1, Art. 3)*: „Die Standardarbeitskraft (SAK) ist eine Einheit zur Bemessung der Betriebsgrösse, berechnet anhand von standardisierten Faktoren, die auf arbeitswirtschaftlichen Grundlagen basieren.“ Und: „Im Zweifelsfall ist der ART-Arbeitsvoranschlag von Agroscope für die Berechnung beizuziehen.“ (LBV, Kap. 2.2, Art. 6)
- *Direktzahlungsverordnung (DZV, 2.1, Art. 6)*: „Der Arbeitsaufwand berechnet sich nach dem «ART-Arbeitsvoranschlag 2009» von Agroscope, in der Version des Jahres 2013.“
- *Bundesamt für Sozialversicherungen, AHV/IV*: Die Abklärungsfachpersonen der kantonalen IV-Stellen in der Schweiz nutzen den IV-Arbeitsvoranschlag zur Feststellung der Leistungsfähigkeit von in der Landwirtschaft arbeitenden Personen mit einer Beeinträchtigung der körperlichen, geistigen oder psychischen Gesundheit. (Zusammenarbeitsvertrag IV-Stelle des Kantons Bern und Agroscope vom 19.12.2016)
- *Datensammlungen für die Praxis*: Wirz-Handbuch (Hrsg. Agridea), verschiedene Vollkostenkalkulationstools, beispielsweise ProfiCost (Hrsg. Schweizerische Zentralstelle für Gemüse)

Zudem ermöglichen die arbeitswirtschaftlichen Kalkulationsmodelle eine Quantifizierung des technischen Fortschritts in der Landwirtschaft, sowie eine Bewertung von Alternativen und Smart Farming (SF)-Technologien im Vergleich zu bisher verbreiteten Technologien.

Um die Planungsgrundlagen aktuell zu halten, müssen die arbeitswirtschaftlichen Kennzahlen fortlaufend überarbeitet und ergänzt werden.

Ziele und Forschungsfragen

Ziele:

1. Aktualisierung und Bereitstellung von arbeitswirtschaftlichen Kennzahlen
 - Vervollständigung des Arbeitsvoranschlags mit arbeitswirtschaftlichen Kennzahlen für ausgewählte Produktions- und Arbeitsverfahren der Betriebszweige Grasland und Gemüsebau.
 - Austausch mit FG Extension Obst: Vervollständigung des Arbeitsvoranschlags mit arbeitswirtschaftlichen Kennzahlen für den Gemüsebau (Projektskizze 18.13.12.6.03).
 - Erfassung des aktuellen Stands der Mechanisierung und Digitalisierung auf Schweizer Landwirtschaftsbetrieben. Daraus werden die Standardvorgabewerte für die Einflussgrößen in den Kalkulationsmodellen abgeleitet. Diese bilden die Grundlage für die arbeitswirtschaftlichen Planungsinstrumente.
2. Unterhalt und Weiterentwicklung von arbeitswirtschaftlichen Planungsinstrumenten, inklusive IV-Arbeitsvoranschlag
 - Entwicklung eines Modelliertools zur Erstellung von dynamischen Kalkulationsmodellen
3. Erarbeitung von Grundlagen für die von der Politik geforderte periodische Beurteilung des technischen Fortschritts:
 - (siehe auch 1., Erfassung des aktuellen Stands der Mechanisierung und Digitalisierung) Durchführung eines Methodenvergleichs zur Erfassung des technischen Fortschritts und Festlegung des Vorgehens
4. Arbeitswirtschaftliche Bewertung von neuen (SF-)Technologien:
 - Austausch mit FG Extension Gemüse: Beurteilung des Zusatznutzens (Fokus: Wirksamkeit, Mehrertrag) bzw. auch der Zusatzkosten (Kosten Technologie) von neuen (SF-)Technologien im Vergleich zu etablierten Technologien aus arbeitswirtschaftlicher Sicht (Projektskizze 18.05.12.7.03).
 - Adaption und Transformation von neuen (SF-) Technologien
 - Quantifizieren der physischen und psychischen Arbeitsbeanspruchung durch neue (SF-)Technologien (falls DM vorhanden)
5. Entwicklung eines Nachhaltigkeitsindikators, Dimension „Arbeitsbelastung“:
 - Austausch mit der FG Gewässerschutz und Stoffflüsse und FG Betriebswirtschaft zur Verknüpfung der Dimensionen „Umwelt“, „Ökonomie“ und „Arbeitsbelastung“ für die Nachhaltigkeitsbewertung

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 11 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

- Die Erfassung der Mechanisierung und Digitalisierung auf Betrieben ermöglicht die Bereitstellung von Informationen zur Verbreitung von SF-Technologien in der Schweizer Landwirtschaft
- Mithilfe von arbeitswirtschaftlichen Kennzahlen zu SF-Technologien kann sowohl eine Quantifizierung des entsprechenden Arbeitszeitbedarfs für deren Einsatz als auch ein Vergleich zu konventionellen Systemen erfolgen

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 5: Bereitstellung von arbeitswirtschaftlichen Kennzahlen zur Bewertung von alternativen und SF-Technologien zur Herbizidreduktion

zu SFF Nr. 6: Bereitstellung von arbeitswirtschaftlichen Kennzahlen zur Bewertung der maschinellen Milchgewinnung

zu SFF Nr. 13: Bereitstellung von arbeitswirtschaftlichen Kennzahlen für den Obst- und Gemüsebau

zu SFF Nr. 14: Bereitstellung von arbeitswirtschaftlichen Kennzahlen zur Entwicklung eines Nachhaltigkeitsindikators

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Arbeitswirtschaftliche Kennzahlen für Arbeitsverfahren, die im Biolandbau zur Anwendung kommen. Dies betrifft vor allem den Bereich Gemüsebau (SF-Technologien zur Herbizidreduktion: Einsatz von Hackrobotern).

Material und Methoden (grob skizziert)

Zeitliche Arbeitsbeanspruchung:

- Umfrage zum Stand der Technik auf Schweizer Landwirtschaftsbetrieben:
Nach Absprache mit BLW und BFS werden 4000 Betriebe angeschrieben. Der Fragebogen ist modular aufgebaut, jedes Modul deckt einen Betriebszweig ab. Pro Betrieb versenden wir zwei Module.
- Methodenvergleich zur Erfassung des technischen Fortschritts: Umfrage vs. erweiterte Delphi Studie
- Dynamische Modellierung von Arbeitsverfahren zur Bewertung von neuen Technologien:

Die Modellierungen erfolgen bis zur Implementierung des Modelliertools (siehe unten) sowohl mit dem Arbeitsvoranschlag als auch mit Excel basierten Kalkulationsmodellen (PROOF).

- Datenerhebung auf Praxisbetrieben nach der Arbeitselementmethode (nach REFA): Erstellung von Planzeitwerten für die dynamische Modellierung
- Entwicklung eines Modelliertools

Neue Smart Farming-Technologien:

- Analyse der Determinanten und Hemmnisse („barriers of uptake“) bei der Einführung von SF-Technologien einerseits und der Auswirkung auf die psychische Arbeitsbelastung andererseits mittels standardisierter Fragebögen aus der Psychologie sowie Expertenbefragungen und qualitativen Interviews

Mögliche DM-Projekte (geplant):

Physische Arbeitsbeanspruchung:

- Erfassung der körperlichen Beanspruchung im Melkstand durch EMG (Elektromyographie) beim Einsatz von technischen Hilfsmitteln zur Erleichterung der Melkarbeit

Psychische Arbeitsbeanspruchung beim Einsatz von Smart Farming Technologien:

- Berechnung der Rhythmisität auf der Basis von Aktivitätsdaten erfasst durch 3-D Accelerometer
- Berechnung des Baevskii Stress-Indexes während der Nachtschlafphasen auf der Basis der Herzratenvariabilität

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Capalbo, S. M., Antle, J. M., & Seavert, C. (2017). Next generation data systems and knowledge products to support agricultural producers and science-based policy decision making. *Agricultural Systems*, 155, 191-199.
- Hart, L., Saile, J., Umstätter, C. und Schick, M. (2015). Wie schätzen Sie Ihren Stress ein? *Schwäbischer Bauer* 67(50) 12. Dezember, 5 (Langfassung in der Onlineausgabe).
- Heitkämper, K., Umstätter, C. und Schick, M. (2016): Administrative Vereinfachung in der Landwirtschaft, *Agrarforschung Schweiz* 7 (9), S. 390-395.
- Heitkämper, K. et al. (2015): Development of an online application for labour planning data, in: *Environmentally Friendly Agriculture and Forestry for Future Generations: Proceedings of the International Scientific XXXVI CIOSTA CIGR V Conference*, 26.-28.05.2015 Sankt Petersburg, Russland.
- Kenny, G. (2011). Adaptation in agriculture: lessons for resilience from eastern regions of New Zealand. *Climatic Change*, 106(3), 441-462.
- Mačuhová, J. et al. (2017): Creation of calculation models for estimation of labour requirement for barn dried hay production and ist feeding on dairy farms, in: *Proceedings of the International Scientific XXXVII CIOSTA CIGR V Conference*, 13.-15.06.2017, Palermo, Italy.
- Riegel, M. and Schick, M. (2007): Working time requirement in agriculture – recording method, model calculation and work budget. In: T. Banhazi and C. Saunders (eds.), *Agriculture and Engineering – Challenge Today, Technology Tomorrow*. Society for Engineering in Agriculture, Adelaide, South Australia, national conference, 23.-26. September, 328.
- Umstätter, C. et al. (2016): Können virtuelle Zäune Arbeitszeit einsparen? in: *VDI-MEG Kolloquium Landtechnik 41 – Arbeitswissenschaften*. 1.-2. März 2016, Hrsg. VDI, Hohenheim, Germany, S. 51-58.
- Umstätter, C., Stark, R., Schmid, D. und Schick, M. (2016): Auswirkung des technischen Fortschritts auf die Arbeitszeit in der Landwirtschaft. *Agrarforschung Schweiz* 7(4), S. 204-209.
- Willock, J. et al. (1999). Farmers' attitudes, objectives, behaviors, and personality traits: The Edinburgh study of decision making on farms. *Journal of Vocational Behavior*, 54(1), S. 5-36.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet

(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Detaillierte Kenntnisse bezüglich des Arbeitszeitbedarfs von landwirtschaftlichen Tätigkeiten ermöglichen es, Schwachstellen zu erkennen und Arbeitsabläufe zu optimieren, um die knappe und teure Ressource Arbeit bestmöglich zu nutzen.

Technischer Fortschritt kann als Einsatz neuer Technologien zur Steigerung der Arbeitsleistung verstanden werden und stellt in der Schweizer Landwirtschaft einen wichtigen Faktor zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der Betriebe dar.

Arbeitswirtschaftliche Kalkulationsdaten bilden die Grundlage für eine vollständige Arbeitsplanung im landwirtschaftlichen Betrieb, für die Berechnung von Arbeitskosten und Arbeitsproduktivität sowie für die Abschätzung der physischen und psychischen Arbeitsbelastung. Eine unserer Hauptaufgaben ist die regelmässige Aktualisierung dieser Grundlagen. Agroscope stellt arbeitswirtschaftliche Kennzahlen in Form von Handbüchern und Online-Anwendungen zur Verfügung. Die Produzenten verwenden diese Daten für Vollkostenrechnungen, zur Einsatzplanung der verfügbaren Arbeitskräfte sowie zur langfristigen Betriebsplanung und –entwicklung, beispielsweise für Vergleiche zwischen bestehenden und

Smart-Farming-Technologien. Für eine Bewertung der Nachhaltigkeit von neuen Technologien im Hinblick auf die Arbeitsbelastung entwickeln wir einen Indikator.

Genehmigung des Projektes

Datum: 30.08.2017	Visum FGL: umch
Datum: 28.10.2017	Visum FBL / KBL: elna
Datum: 30.10.2017	Visum V SFF: elna



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.11.20.03.02

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Digitale Milchproduktion

Nr. Bereich.

20

Wettbewerbsfähigkeit und Systembewertung

Nr. Gruppe

20.3

Automatisierung und Arbeitsgestaltung

20.4

Digitale Produktion

Projektleitung/Stellvertretung

Christina Umstätter/ Marianne Cockburn

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	2101
Beitrag zu SFF	SFF11 Smart Farming
Beitrag zu weitem SFF	1, 6, 13

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	4.64, 4.71, 4.72, 4.73, 4.76, 9.48, 20.84, 20.86
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Digitalisierung der graslandbasierten Schweizer Milchproduktion – Nachhaltigkeit durch technologieoptimierte, smarte Milchproduktionssysteme

Digitale (smarte) Milchproduktion

Digitisation of Swiss grassland-based dairy production - sustainability by technology-optimized, smart, dairy production systems

Digitisation, Smart Farming, Dairy Production, Grasslandbased Milkproduction, Precision Livestock Farming

Ausgangslage und Problemstellung

Die Milchproduktion steht vor grossen Herausforderungen, vor allem in wirtschaftlicher Hinsicht. Neue Technologien ermöglichen die automatisierte Erhebung, Verknüpfung und Verarbeitung von Daten für die Optimierung der Produktionssysteme. Auch unter dem hohen Rationalisierungsdruck soll ein zukünftiges, technologiegetriebenes Milchproduktionssystem in den drei Dimensionen der Nachhaltigkeit eine Verbesserung bringen. Anzustreben ist für das gesamte Produktionssystem eine Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit (Ökonomie) und Tiergesundheit, bei gleichzeitiger Verringerung der Arbeitsbelastung und Erhöhung der Lebensqualität für den Landwirt (sozialer Standard) sowie die Reduktion der Umweltbelastung (höhere Energieeffizienz, tiefere Emissionen, tiergerechte Haltung).

Ein grosser Teil der landwirtschaftlichen Nutzfläche besteht aus extensiv bzw. intensiv bearbeiteten Natur- und Kunstdwiesen. Die Schweiz ist aber auch ein Weideland. Ein optimales Management aller futterbaulichen Bestände spiegelt sich in optimaler Futterqualität, einem exzellenten Management der Schnitt- und Beweidungszeitpunkte, einer gezielten, messbaren Fütterung der Tierbestände und letztendlich auch der verarbeiteten tierischen Endprodukte wider.

Diverse Rückmeldungen der Stakeholder fordern von der Forschung eine intensive Auseinandersetzung mit neuen digitalen Technologien und Smart Farming - Ansätzen. Die technischen Entwicklungen insgesamt und speziell auch die Möglichkeiten für die Tierhaltung verzeichnen seit einigen Jahren einen starken Anstieg, werden aber auch in ihrer

Anwendung immer komplexer. Sensortechnik und Datenverarbeitung haben sich in den vergangenen Jahren in einem ungeahnten Ausmass und mit enormer Geschwindigkeit weiterentwickelt. Dennoch, oder gerade deswegen, besteht ein grosser Bedarf der Landwirte, die zunehmenden Datenmengen durch entsprechende Aufbereitung und produktions-spezifische Algorithmen zu praxistauglichen Ergebnissen zusammenzufassen, welche zur Entscheidungsunterstützung nutzbar sind.

Optimierung, Weiterentwicklung, Validierung sowie Empfehlungen für neue technische und insbesondere digitale Möglichkeiten, sind für die praktische Landwirtschaft aus wirtschaftlicher und arbeitswirtschaftlicher Sicht sehr wichtig. Im Rahmen dieses Projektes wird untersucht, in wie weit die Digitalisierung eine Chance für die graslandbasierten Milchviehhaltung ist. Dazu wird vor allem ein Schwerpunkt auf die Weiterentwicklung und Bewertung von Entscheidungsunterstützungssystemen und automatisierten Datenerfassungssystemen gelegt. Dank einer interdisziplinären Zusammenarbeit soll ein systemischer Ansatz für die Bewertung verfolgt werden.

Ziele und Forschungsfragen

Oberziel

Entwicklung, Optimierung und Bewertung automatischer Datenerfassungs- und Entscheidungsunterstützungssysteme, die für die Landwirtschaft leicht verständlich und nutzbar sind.

Die interdisziplinäre Zusammenarbeit über die FG und Bereiche von Agroscope hinaus sollen den systemischen Ansatz unterstützen und den methodischen Austausch stärken.

Ein umfassendes, automatisiertes Datenerfassungssystem von Stall bis Feld ist für die Milchproduktion prototypisch aufgebaut. Digitale Technologien sind mit Fokus auf Teilweidesysteme untersucht:

1. Entscheidungsunterstützungssysteme für die Weideplanung sind bewertet und ggf. weiterentwickelt; eine automatisierte Erfassung der Futteraufnahme auf der Weide (Basis für Steuerung der Ergänzungsfütterung im Stall) ist bewertet und optimiert.
2. Früherkennungssystem für Erkrankungen und die Überwachung des Wohlbefindens der Tiere sind bewertet und weiterentwickelt.
3. Milchproduktionssysteme sind mittels ausgewählter automatisiert erhobener Indikatoren in einem systemischen Ansatz bewertet.
4. Zur Ableitung der Indikatoren für die ökonomisch-ökologische Bewertung der zu untersuchenden Milchproduktionssysteme sind die Versuchsbetriebe Tänikon und evtl. Sorens in Form einzelbetrieblicher Optimierungsmodelle in das bereits existierende Multiagentenmodell SWISSland eingebettet. Prognoserechnungen auf Basis verschiedener Szenario-Annahmen sind durchgeführt. Die Milchproduktionssysteme der Versuchsbetriebe sind sowohl auf betrieblicher Ebene als auch im Gesamtkontext der Entwicklungen des Schweizer Agrarsektors bewertet.
5. Weiterentwicklung und Bewerten von Management-Tools für die Entscheidungsunterstützung der Praxis.

Beispiele von Forschungsfragen

Kann die Qualität und Menge des Futteraufwuchses bei unterschiedlichen Pflanzengesellschaften z.B. mit Hilfe von Grasshopper und Drohnen in Echtzeit erfasst werden? Kann mittels Werkzeugen wie RumiWatch, SmartBow die effektive Futteraufnahme automatisiert erhoben werden? Gibt es Software-Tools, die diese Daten und andere relevante Informationen für den Landwirten zusammenführen und nutzergerecht aufbereiten als Entscheidungshilfen z.B. der exakten Zufütterung im Stall bei einem Teilweidesystem? Welche Stallklimaparameter haben einen signifikanten Einfluss auf die Tiergesundheit? Mit welchen Methoden sind massgebende Stallklimaparameter in der Praxis erhoben und Indikatoren für die Steuerung und Regelung von Lüftungen bewertet? Wie aussagekräftig sind im Stall automatisch erfasste Bewegungsmuster für den Gesundheitsstatus des einzelnen Tieres (z.B. Früherkennung von Lahmheit)?

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 11 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Zur Optimierung von Produktionssystemen und zur Qualitätssicherung stehen vermehrt sensorgesteuerte, automatisierte und digitalisierte Verfahren zur Verfügung. Dieses Projekt will am Beispiel der weidebetonten Graslandbewirtschaftung aufzeigen, wieweit „Smart Farming“ (SF-) Systeme und deren Vernetzung Potenziale bieten für eine wirtschaftlichere, emissionsmindernde, tiergesundheitsrelevantere und ressourcenschonende Produktion. Dabei besteht vordergründig die Frage, unter welchen Voraussetzungen diese neuen Technologien in der Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft einen Mehrwert bringen. Aufgrund der besonderen kleinräumigen Struktur unserer Landwirtschaft, hohen Arbeitsbelastungen sowie Lohn- und Investitionskosten, aber auch hohen Qualitätsansprüchen der

Konsumenten sowie dem steigenden Bedarf an Dokumentationspflichten im Zusammenhang mit den Direktzahlungen, müssen digitale Lösungen speziell ausgerichtet und angepasst werden.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 1 Multifunktionale Graslandnutzung:

Aufzeigen des Beitrags neuer Technologien für eine standortangepasste, ressourceneffiziente Milchproduktion. Die aus betriebswirtschaftlichen Gründen und für das Wohlbefinden der Tiere anzustrebende weidebetonte Milchproduktion kann mittels digitaler, smarter Technologien in Kombination mit entsprechenden Management-Tools möglicherweise bezüglich Ressourceneffizienz noch verbessert werden. Die Betriebe sollen befähigt werden, ihre standortangepasste, vielfältige Ökosystemleistung zu dokumentieren und transparent zu kommunizieren. Ausserdem kann ein Entscheidungs-Tool sie unterstützen, flexibel auf wechselnde, zukünftige Herausforderungen bezüglich Nutzung des Graslands zu reagieren.

zu SFF Nr. 6 Tiergerechte Haltung und Tiergesundheit:

Mit der gezielten Nutzung neuer Technologien können unter anderem die Ressourceneffizienz und Wirtschaftlichkeit in der Tierhaltung gesteigert werden, bei gleichzeitiger Verbesserung von Tierwohl und Gesundheit der Tiere. Die Betriebe sollen unterstützt werden bei der Dokumentation solcher Aspekte gegenüber Vollzug, Konsument und Qualitätslabel.

zu SFF Nr. 13 Wettbewerbsfähigkeit verbessern:

Kosten und Nutzen von digitalen Innovationen können am Bsp. weidebetonter Milchproduktionssysteme aufgezeigt werden. Zudem gibt es Hinweise zu einer möglichen Steigerung der Ressourceneffizienz auf Betriebs- und Betriebszweigebe.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Die Optimierung der Milchleistung aus dem Grundfutter ist für Biobetriebe essentiell. Teilprojekt 1 zielt auf eine Optimierung der Grünlandnutzung ab und kann auch in Biobetrieben die Arbeitsproduktivität steigern.

Material und Methoden (grob skizziert)

Die Untersuchungen sollen in mehreren Teilprojekten ablaufen:

Teilprojekt 1. Weidetechnologie – Weiterentwicklung der technologiegetriebenen Weideführung einer Milchviehherde.

Technologien: Drohne, Grasshopper, SmartBow, Rumiwatch, Virtueller Zaun

Im ersten Schritt werden die Aufwuchsmengen von Weideflächen mittels Drohnen (NIR-Fotografie) und einem automatisierten Herbometer (Grasshopper) bestimmt. Hierzu finden während der Vegetationsperiode 2018 Versuche statt. Die so bestimmten Aufwuchsmengen werden mit den tatsächlichen Aufwuchsmengen verglichen, welche per Quadratrahmenmethode erhoben werden.

Im selben Zeitraum sind Versuche zum Weideverhalten von Kühen geplant. Hierbei geht es zunächst darum, Systemgrenzen zu eruieren und die Datenströme gebündelt zu erfassen, sowie um die Eichung und Weiterentwicklung der Technik. In Pilotversuchen werden 10-20 Kühe mit Smartbow auf der Weide überwacht. Bei diesen Untersuchungen steht zunächst die technische Funktionalität im Vordergrund. In 2018 und 2019 finden weitere Versuche mit Smartbow und Rumiwatch an 20 Tieren statt. Sie dienen zur Untersuchung des Fressverhaltens auf der Weide, sowie zur Ortung im Stall und auf der Weide. Unter anderem wird der Einfluss von unterschiedlich hohen Aufwuchsmengen auf das Fressverhalten, sowie das Verhältnis von Fress- und Kaubissen untersucht. Im Jahr 2020 findet während der Vegetationsperiode ein Weideversuch mit 40 laktierenden Milchkühen (zwei Gruppen à 20 Tiere) statt. Eine Gruppe à 20 Tieren wird in Teilweide gehalten, die zweite Gruppe dient als Kontrollgruppe und wird im Stall gehalten. Die bis dahin evaluierten Methoden zum Messen der Aufwuchsmengen werden eingesetzt um den Einfluss des Weidemanagements, unter Berücksichtigung des Tierverhaltens, auf die Futterqualität zu erfassen und zu optimieren. Dabei geht es auch um arbeitswirtschaftliche Ansätze, wie die Veränderung von Treibwegen. Weiterhin werden unterschiedliche Weidesysteme, wie z.B. Kurzrasen vs. Portionsweide untersucht. Ziel des Teilprojektes ist die Entwicklung von praxisnahen Methoden zur Schätzung der individuellen Futteraufnahme von Milchkühen unter Einbeziehung der Standorte Tänikon und Posieux auf der Basis von Sensoren.

Ein neuer Prototyp eines virtuellen Zauns wird entwickelt und in einer Pilotstudie getestet. Weitere Arbeiten hängen von einer DM Akquise ab.

Zur Bewertung der Weidetechnologie werden betriebs- und arbeitswirtschaftliche Daten unter Einbeziehung der Einflussgrößen modelliert. Weitere Daten werden sowohl händisch, als auch teil- oder vollautomatisiert gemessen. Dies

gilt bis hin zu den Emissionen. Weitere ausgewählte Nachhaltigkeitsindikatoren werden unter Einbezug eines adaptierten Betriebsmodells in einem ganzheitlichen Ansatz bewertet. Der Fokus liegt dabei in den Bereichen der Nährstoffeffizienz, der Wirtschaftlichkeit, der Arbeitswirtschaft und des Tierwohls und -gesundheit.

Die Untersuchungen sollen auf den Versuchsbetrieben Tänikon, Posieux und Sorens durchgeführt werden.

Teilprojekt 2. Entwicklung von Entscheidungsunterstützungssystemen

Monitoring der Gesundheit und des Wohlbefindens in der Rinderhaltung auf der Basis von automatisiert erhobenen Daten. Methoden zur Gesundheitsüberwachung mittels des Erfassens von Bewegungsmustern werden z.B. via 3D-Beschleunigungssensoren sowohl im Stall als auch auf der Weide eingesetzt. Neue Auswertungsmethoden z.B. zur Berechnung der biologischen Rhythmisität auf Basis von tierischen Aktivitätsdaten führen zu innovativen Entwicklungen im Bereich der Entscheidungsunterstützungssysteme. Die Daten die in den Teilprojekten 1 und dem Teilprojekt „Farm Management Informationssystem“ des Projektes Smart Modul erfasst wurden, werden unter verschiedenen Gesichtspunkten ausgewertet. Einerseits ist die Effizienzsteigerung des Betriebes zentral, andererseits sind das Gesundheitsmonitoring der Tiere sowie ein optimiertes Weidemanagement Ziele dieses Teilprojektes. Die Untersuchungen werden durch den erfolgreich eingeworbenen ICT-Call „CowData“ finanziert ([\\levdad.admin.ch\AGROSCOPE_OS\2\6\3\3\1886\2017-ICT-AgrilCowData](http://levdad.admin.ch/AGROSCOPE_OS/2/6/3/3/1886/2017-ICT-AgrilCowData)).

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Bargo, F., L. D. Muller, J. E. Delahoy and T. W. Cassidy (2002). "Performance of High Producing Dairy Cows with Three Different Feeding Systems Combining Pasture and Total Mixed Rations." Journal of Dairy Science **85**(11): 2948-2963.
- Baur, I., M. Dobricki and M. Lips (2010). "Einstellungen zu Hochleistungs- und Vollweidestrategie." Agrarforschung Schweiz **1**(9): 326–333.
- Dawson, L. E. R., P. O'Kiely, A. P. Moloney, J. E. Vipond, A. R. G. Wylie, A. F. Carson and J. Hyslop (2011). "Grassland systems of red meat production: Integration between biodiversity, plant nutrient utilisation, greenhouse gas emissions and meat nutritional quality." Animal **5**(9): 1432–1441.
- Gillespie, J., R. Nehring, C. Hallahan and C. Sandretto (2009). "Pasture-based dairy systems: Who are the producers and are their operations more profitable than conventional dairies?" Journal of Agricultural and Resource Economics: 412-427.
- Hofstetter, P., H. Frey, R. Petermann, W. Gut, L. Herzog and P. Kunz (2011). "Stallhaltung versus Weidehaltung– Futter, Leistungen und Effizienz." AgrAr forschung schweiz: 402.
- Hofstetter, P., H.-J. Frey, C. Gazzarin, U. Wyss and P. Kunz (2014). "Dairy farming: indoor feeding v. pasture-based feeding." The Journal of Agricultural Science **152**(06): 994–1011.
- Leiber, F., J. K. Probst, N. Zehner and A. Spengler Neff (2015). "Fress- und Wiederkäuerverhalten von Milchkühen bei verschiedenen Fütterungsregimes." Agrarforschung Schweiz **6**(10): 462–469.
- McSweeney, D., C. Foley, B. O'Brien, C. Umstätter and P. Halton (2014). Novel concept to allow automation of grazing management within a dairy farm system. AgEng 2014: International Conference of Agricultural Engineering, Zürich.
- Misselbrook, T., Fleming, H., Camp, V., Umstatter, C., Duthie, C.-A., Nicoll, L. and Waterhouse, T. (2016). "Automated monitoring of urination events from grazing cattle." Agriculture, Ecosystems & Environment **230**, 191-198.
- O'Brien, B. (2016). Strategies to optimize grazing management and get the most from grass – an Irish perspective. Tänikon, Switzerland.
- Rombach, M., A. Mürger, K.-H. Südekum and F. Schori (2015). "Anpassung und Validierung des RumiWatch® Halfters zur Anwendung bei weidenden Milchkühen." ETH Schriftenreihe zur Tierernährung **38**: 139–141.
- Schori, F. (2015). "Sward surface height estimation with a rising plate meter and the C-Dax Pasturemeter." Grassland Science in Europe **20**: 310–312.
- Sollenberger, L. E. and E. S. Vanzant (2011). "Interrelationships among forage nutritive value and quantity and individual animal performance." Crop Science **51**: 420–432.
- Umstätter, C., Waterhouse, A. and Holland, J.P. (2008). "An automated sensor-based method of simple behavioural classification of sheep in extensive systems." Computers and Electronics in Agriculture **64**, 19-26.
- Umstatter, C. (2011). "The evolution of virtual fences: A review." Computers and Electronics in Agriculture **75**, 10-22.
- Umstatter, C., Morgan-Davies, J. and Waterhouse, A. (2015). "Cattle Responses to a Type of Virtual Fence." Journal of Rangeland Ecology & Management **68**, 100-107.
- Zehner, N., Umstätter, C., Niederhauser, J.J., Schick, M. (2017). „System specification and validation of a noseband pressure sensor for measurement of ruminating and eating behavior in stable-fed cows." Computers & Electronics in Agriculture **136**, 31-41.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Agroscope erarbeitet Grundlagen zur Digitalisierung in der Milchproduktion und trägt somit zu einer effizienten und tiergerechten Landwirtschaft bei. Optimierte Weidewirtschaft sowie smarte Systeme zum Gesundheitsmonitoring bieten ein grosses Potential, die Tierhaltung für Mensch und Tier zu verbessern.

In der Milchproduktion nimmt der Einsatz von Sensoren eine zunehmende Bedeutung ein. Sensoren geben in der Innenwirtschaft unter anderem Auskunft über das Tierverhalten, den Tieraufenthalt und die Milchleistung. An der Schnittstelle zur Aussenwirtschaft, im Futterbau und beim Weidemanagement, stehen Daten zur Futterqualität im Vordergrund. Die Verknüpfung dieser beiden Aspekte bietet ein enormes Potential, um die Tierhaltung effizienter und tiergerechter zu gestalten. Hierbei liegen die Schwerpunkte auf der Weiterentwicklung von Weidetechnologien und dem Gesundheitsmonitoring.

Genehmigung des Projektes

Datum: 31.08.2017	Visum FGL: umch
Datum: 31.08.2017	Visum FBL / KBL: elna
Datum: 31.08.2017	Visum V SFF: elna



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.11.20.03.03

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Milchgewinnung

Nr. Bereich.

20 Wettbewerbsfähigkeit und Systembewertung

Nr. Gruppe

20.3 Automatisierung und Arbeitsgestaltung

Projektleitung/Stellvertretung

Pascal Savary / Michael Zähler

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Dienstage ohne Drittmittel	984
Beitrag zu SFF	11
Beitrag zu weitem SFF	6, 13

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	2.46, 3.135, 4.58, 17.36, 18.163, 20.85, 23.222, 23.71, 26.9
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Grundlagen zur Bewertung der maschinellen Milchgewinnung

Maschinelle Milchgewinnung

Milking Process Analysis

Tierhaltung, Melktechnik, Tierwohl, Eutergesundheit, Milchqualität

Ausgangslage und Problemstellung

Das Grundprinzip der maschinellen Milchgewinnung basiert auf dem Zwei-Raum-Becher und wird sowohl bei Eimer als auch bei Rohrmelkanlagen und beim Melkroboter angewendet. Gesteuert vom Pulsator befindet sich im Pulsraum des Zwei-Raum-Bechers abwechselnd atmosphärischer Druck und Vakuum. Im Zitzengummi-Innenraum wird hingegen kontinuierlich Vakuum erzeugt. Durch die Druckdifferenzen zwischen beiden Räumen öffnet und schliesst sich der Zitzengummi. Dabei wird in der Zitzengummi-Offen-Phase die Milch aus der Zitzenzisterne gewonnen und in der Druck-Phase wird die Zitze massiert. Diese dynamischen Vakuumverhältnisse im Melkzeug und die durch den Zitzengummi ausgeübten Kräfte an der Zitzen spitze haben eine grosse Bedeutung für den Ausmelkgrad und die Eutergesundheit, und somit nicht zuletzt für das Tierwohl und die Melkeffizienz. Blümel (2015) stellte fest, dass ein langsames Schliessen des Zitzengummis zu einem höheren Ausmelkgrad führen kann. Herrmann (2017) und Haubrich (2016) wiesen nach, dass durch die Reduktion der Öffnungsgeschwindigkeit die Nachgemelksmenge reduziert werden kann. Dies aber nur, wenn die Zitzenbreite zu der Schaftbreite des Zitzengummis passt.

Die technische Einstellung einer Melkmaschine hängt deshalb stark von herdenspezifischen Aspekten, wie z.B. Melkleistung, Zitzendimensionen usw., aber auch vom Melkanlagen-Typ ab. Die richtige Auswahl der Zitzengummi zusammen mit der Pulsationseinstellung stellen eine grosse Herausforderung für Melkmaschinen-Installateure und Tierhalter dar. Sind Auswahl und Einstellungen der Melkmaschine für die Herde nicht abgestimmt, können diese negative Auswirkungen auf das Tierwohl und die Eutergesundheit haben. Diese "Fehler" werden meist erst festgestellt, wenn die Eutergesundheit bereits beeinträchtigt ist. Eine Standardmethode zur Bewertung von technischen Einstellungen bei der Inbetriebnahme einer Melkanlage wäre daher notwendig. Sowohl die wissenschaftlichen Grundlagen als auch eine standardisierte Bewertungsmethode fehlen bisher.

Ziele und Forschungsfragen

Ziel des Projektes ist die Bestimmung und Überprüfung von relevanten Grundlagen zur betriebsindividuellen Bewertung von Melkanlagen in Bezug auf das Wohlbefinden und die Eutergesundheit von Milchkühen, sowie die Entwicklung der dafür erforderlichen objektiven und standardisierten Prüfmethodik. In diesem Zusammenhang werden drei Untersuchungen (U) mit folgenden Forschungsfragen durchgeführt:

- U1: Auswirkung einer verlängerten a-Phase der Pulscurve auf den Ausmelkgrad von Milchkühen in Melkanlagen mit hochverlegter Melkleitung und simultaner Pulsation.
- U2: Einfluss der Dimension (Bohrung- und Schaftdurchmesser) und der Form (rund, dreieckig) des Sitzengummis auf die Vakuumverhältnisse im Melkzeug, auf das Tierwohl und auf die Zitzenkondition.
- U3: Eignung der Hinterbeinaktivität zur Erkennung von Belastungen bei Milchkühen durch Fehleinstellungen der Melkanlagen.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 11 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Für eine Prüfung von Melkanlagen wurde eine neue Technologie entwickelt. Das "Milking Process Analysis System" (MPAS) ermöglicht das Vakuum im Melkzeug und das Verhalten der Kuh während der gesamten Melkung parallel zu erfassen. Diese Messvorrichtung wird in den drei geplanten Untersuchungen dieses Projektes eingesetzt. Die Resultate der MPAS Messungen stellen Grundlagen zur Optimierung des Produktionsverfahrens maschinelle Milchgewinnung dar.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 6: Die Ergebnisse des Projektes zeigen die Auswirkung und Bedeutung der technischen Einstellungen der Melkanlage auf das Wohlbefinden und die Tiergesundheit von Milchkühen auf. Nachhaltige Lösungen zur Verbesserung der Tierhaltung beim Melken liegen vor.

zu SFF Nr. 13: Eine optimierte technische Einstellung von Melkanlagen erhöht den Ausmelkgrad, verbessert die Persistenz, vermeidet Euterentzündungen und sichert eine hohe Milchqualität. Dadurch wird die Wettbewerbsfähigkeit von Milchviehbetrieben in der Schweiz gestärkt.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Eine optimierte Einstellung der Melkanlage stellt eine wichtige Voraussetzung für die prophylaktische Förderung der Eutergesundheit und die Reduktion vom Antibiotika-Einsatz dar.

Material und Methoden (grob skizziert)

U1: Verlängerte a-Phase mit simultaner Pulsation

Das Experiment findet im Melkstand des Emissionsversuchsstalls statt. In einem gekreuzten Design werden zwei Gruppen à 20 Milchkühe unter zwei verschiedenen Einstellungen der Pulsation (Dauer der a-Phase: 140 ms, Kontrolle; 300 ms) gemolken. Die 20 Kühe pro Gruppe sind bezüglich Laktation und Laktationsstadium ausbalanciert. Der Ausmelkgrad und der Vakuumverlauf im Sitzengummikopf werden untersucht. Die Datenerfassung erfolgt mit LactoCorder und MPAS. Die Untersuchung dauert 4 Wochen nach 2 Wochen Angewöhnung.

U2: Sitzengummis mit verschiedenen Dimensionen und Formen

Zwei Experimente finden im tänikonischen Versuchsmelkstand statt. In einem gekreuzten Design werden zwei Gruppen à 17 Milchkühe mit zwei verschiedenen Dimensionen (Experiment 1: Schaft- und Bohrungsdurchmesser) und Formen (Experiment 2: rund und dreieckig) des Sitzengummis gemolken. Die 17 Kühe pro Gruppe sind bezüglich Laktation und Laktationsstadium ausbalanciert. Die Milchabgabe, die Zitzenkondition sowie das Verhalten anhand der Hinterbeinaktivität werden untersucht. Die Datenerfassung erfolgt mit LactoCorder und MPAS. Die beiden Experimente dauern jeweils 4 Wochen nach 2 Wochen Angewöhnung.

U3: Hinterbeinaktivität als Indikator für Belastungen bei Milchkühen

Die Untersuchung findet auf 15 Milchviehbetrieben (5 ATD-, 5 FG- und 5 SbS-Melkstände) mit guter Eutergesundheit statt. Während einer Abendmelkung werden die Hinterbeinaktivität sowie der Vakuumverlauf im Melkzeug (im kurzen Milchschauch, im kurzen Pulsschlauch und im Sitzengummikopf) mit den MPAS erfasst. Parallel erfolgt die Bonitierung (Hyperkeratose, Ringwulst an der Zitzenbasis und Zitzenfarbe) und die Abmessung (Länge und Breite) der Zitzen. Die Erhebung dauert 4 bis 6 Wochen.

Die drei Untersuchungen werden jeweils im Frühjahr durchgeführt. Die Veröffentlichung der Ergebnisse in wissenschaftlichen Zeitschriften erfolgt im Anschluss an den Versuch. Nach Abschluss aller Experimenten werden die landwirtschaftliche Praxis, die Beratung und die Industrie via praxisorientierte Publikationen informiert. Der Wissenstransfer findet zudem durch die Aktualisierung von Richtlinien und im Rahmen der Grundausbildung und der Weiterbildungen von Melkmaschinenkontrolleuren statt.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Blümel F. (2015). Investigating dairy cow welfare by optimizing pulsation cycles and improving activity measurements during milking from a technical perspective. Dissertation, Universität Hohenheim.
- Blümel F. E., Savary P. E., Schick M. E. (2016). Effects of an extended c-phase on vacuum conditions in the milking cluster. Biosystems Engineering 148, 68-75.
- Fricker S., Blümel F., Savary P., Schick M. (2014). Validierung eines 3-Achsen-Lagesensors am Melkzeug zur automatischen Erfassung der Hinterbeinaktivität bei Milchkühen. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemässen Tierhaltung 2014, KTBL-Schrift 505, 236-237.
- Gómez Y., Terranova M., Zähler M., Hillmann E., Savary P. (2016). Effects of milking stall dimensions on behavior of dairy cows during milking in different milking parlor types. Journal of Dairy Science, Vol 100(2), 1331-1339.
- Haubrich H. (2016). Auswirkungen eines verlangsamten Öffnens des Zitzengummis auf den Ausmelkgrad bei Milchkühen und den Vakuumverlauf im Zitzengummikopf. Masterarbeit, Universität Hohenheim.
- Herrmann S., Grimm H., Schick M., Savary P. (2017). Auswirkung einer verlängerten a-Phase der Pulskurve auf das Nachgemelk. In: Savary P. und Schick M. (2017). 6. Tänniker Melktechniktagung – Aspekte zur Optimierung der maschinellen Milchgewinnung, Agroscope, Tänikon, S. 51.
- Savary P., Weber O., Richter Th. (2014). Ethologische Untersuchungen im Melkstand – ein Vergleich zwischen Gruppen- und Einzelmelkständen. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemässen Tierhaltung 2014, KTBL-Schrift 505, 184-191.
- Savary P., Waizmann B., Grimm H. (2017). Influence of an extended a-phase of the pulsation cycle on liner movement. Proceedings of The Liner Conference, Copenhagen.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet

(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Eine maschinelle Gewinnung der Milch, die sowohl den Anforderungen des Tieres als auch den Aspekten Wirtschaftlichkeit und Qualitätssicherung genügt, kann nur durch optimale Schnittstellen zwischen Tier und Technik gewährleistet werden. Agroscope strebt mit seiner Forschung eine tiergerechte Melktechnik an.

Internationale Normen sichern die Funktionalität von Melkanlagen. Das Wohlbefinden und die Gesundheit der Tiere werden durch diese Normen aber nicht garantiert. Eine betriebsindividuelle Einstellung der Melktechnik ist daher notwendig. Sie stellt aber eine grosse Herausforderung für den Installateur der Melkanlage und den Tierhalter dar. Agroscope als Kompetenzzentrum für Melktechnik entwickelt deshalb Methoden zur Bewertung von Melksystemen. Anhand von Vakuummessungen im Melkzeug, sowie ethologischen, physiologischen und klinischen Parameter werden die betriebspezifischen Einstellungen der Melkanlage bei der Inbetriebnahme standardmässig geprüft und optimiert.

Genehmigung des Projektes

Datum: 30.08.2017	Visum FGL: umch
Datum: 28.10.2017	Visum FBL / KBL: elna
Datum: 30.10.2017	Visum V SFF: elna



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.11.20.04.01

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

SmartModul

Nr. Bereich.

20

Wettbewerbsfähigkeit und Systembewertung

Nr. Gruppe

20.4

Digitale Produktion

Projektleitung/Stellvertretung

Thomas Anken / Markus Sax

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	1940
Beitrag zu SFF	SFF11
Beitrag zu weitem SFF	SFF2, SFF5

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	2.33, 3.120; 4.11, 4.72, 4.73, 4.74, 4.75, 4.76, 9.47, 9.48, 12.94, 13.10, 13.25, 13.44, 13.79, 13.156, 13.173, 18.7, 18.20, 18.39, 20.53, 23.50, 23.220
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Module für die Umsetzung des Smart Farmings

Smart Farming Module

Modules for smart farming applications

Digitalisierung, Automatisierung, Smart Farming, Roboter

Ausgangslage und Problemstellung

Die Digitalisierung bietet der Landwirtschaft viele neue Möglichkeiten zur Erfassung von Zuständen, zur Steuerung von Prozessen und nicht zuletzt für die Verbesserung der Dokumentation und der Rückverfolgbarkeit. Die grosse Anzahl landwirtschaftlicher Anwendungen erfordert eine grosse Vielfalt adäquater und eigens angepasster Lösungen. Basierend auf dem technischen Fortschritt der Industrie gilt es mögliche Potentiale für neue kreative Lösungen in der Landwirtschaft zu orten und umzusetzen. Neben neuen und verbesserten Sensortechnologien, sind auch verfeinerte aktorische oder autonome Systeme wie Controlled Traffic Farming oder Roboteranwendungen gefragt. Da die neuen Systeme alle datenbasiert funktionieren, stellt sich die Frage, wie sich aus diesen Daten ein Mehrwert generieren lässt und wie diese Daten abgelegt und verknüpft werden können.

Ziele und Forschungsfragen

Digitale Technologien sollen entwickelt und genutzt werden, um landwirtschaftliche Produktionsverfahren präziser, ressourcenschonender und effizienter zu gestalten.

- Automatisierte Unkrautbekämpfungsgeräte werden sowohl für den konventionellen wie für den Biolandbau weiterentwickelt
- Die ortsspezifische Wiesenübersaat ist funktionell ausgereift und ist agronomisch wie ökonomisch bewertet.
- Eine Internet of Things-Plattform für das Prognosemodell SOPRA und die Bewässerung von Kulturen ist entwickelt und in der Praxis eingeführt.
- Ein Farm Management Informationssystem ist auf dem Versuchsbetrieb Tänikon umgesetzt.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 11 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

- 3) Neu entwickelte Systeme sollen ökonomisch, ökologisch und ergonomisch bewertet werden.
- 4) Kybernetische Systeme: In den beiden Teilprojekten werden eigens neue Sensortechnologien für den landwirtschaftliche Einsatz adaptiert und weiterentwickelt.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 2: Anbaumethoden: Im Bereich der IoT-basierten Bewässerung wird eng mit SFF 2 zusammengearbeitet (T. Anken & Ph. Monney)

zu SFF Nr. 5: Pflanzenschutz: Das Prognosesystem SOPRA wird prototypisch im Teilprojekt "IoT basierte Applikationen" auf eine neue Plattform portiert.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Der Blackenroboter wird speziell für den Biolandbau mit einem Heisswasserverfahren konzipiert. Das Farm Management Informationssystem, die teilflächenspezifische Wiesenübersaat und IoT-Applikationen bringen allen Landbausystemen einen gleichwertigen Nutzen.

Material und Methoden (grob skizziert)

Teilprojekt "Automatisierte Unkrautbekämpfung"

In Zusammenarbeit mit Herstellern von autonomen Fahrzeugen soll der Blackenroboter fertig entwickelt und in der Praxis getestet werden. Für den Biolandbau wird das Heisswasserverfahren adaptiert und mittels Roboter eingesetzt. Weitere Anwendungen wie beispielsweise das Hacken in Zuckerrüben oder im Gemüsebau sind in Kombination von Unkrauterkennerung und Bekämpfung zu entwickeln und zu bewerten. Weiter ist beabsichtigt, in Zusammenarbeit mit dem FiBL und der HAFL den Unkrautjäroboter "Ecorobotix" für den Biolandbau anzupassen.

Teilprojekt "Ortsspezifische Wiesenübersaat"

Mittels Kameras sollen unbewachsene Stellen im Grasland detektiert und spezifisch übersät werden. Die im KTI Projekt "Wiesenübersaat" entwickelte Technik soll in der Praxis fertig entwickelt und deren Wirkung bewertet werden.

Teilprojekt "IoT-basierte Applikationen"

Im KTI-Projekt "Sustainable Intensification of Agricultural Cropping Systems Supported by Smart Swiss ICT-AGRI Solutions" werden internetbasierte Applikationen für die Prognose von Schädlingen, Steuerungen von Bewässerungen und dem Monitoring von Pflanzen- und Bodendaten entwickelt. Das Projekt läuft bis Ende 2018, anschliessend ist eine Weiterführung geplant, die Abhängig von Drittmitteln ist.

Teilprojekt Farm-Management Informationssystem (FMIS) – Prototypischer Aufbau eines umfassenden Datenerfassungs- und Verarbeitungssystems auf dem Versuchsbetrieb in Tänikon.

Automatisch und manuell gesammelte Daten aus der Innen- und Aussenwirtschaft werden miteinander in eine generische Datenbank eingespeist. Dies soll es ermöglichen, unterschiedliche Sensordaten zu kombinieren und so neuartige Auswertungsalgorithmen zu entwickeln, die das Datenmanagement erleichtern. Die Untersuchungen werden durch das ERANet ICT-agri Projekt „CowData“ mitfinanziert.

Vollzugshilfe Spritzenprüfung.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Anken T., Holpp M., Weisskopf P., 2016. Controlled Traffic Farming improves soil physical parameters. In: International Conference on Agricultural Engineering. June 26–29, Hrsg. AgEng, Aarhus, Denmark. 1-8.
- Holpp M., Anken T., Stehle T., Martin D., Hatt M., 2016. Präzisionsunkrautkontrolle in Reihenkulturen: Effizienteres Hacken mit sensor- und satellitenbasierten Steuerungen und Lenksystemen. Agroscope Transfer. 130, 1-4.
- Holpp M., Anken T., 2015. Satellitengesteuert den Boden schonen. Rheinische Bauernzeitung. 37, (September), 2015, 27-29.
- Latsch A. J., 2017. Controlled Traffic Farming : Eine Lösung zur Verminderung von Bodenverdichtungen? In: 4. Nationale Ackerbautagung. 23 - 24. Januar, Hrsg. PAG - CH, Murten. 2017, 1-13.
- Latsch R., 2015. Dock control for organic farmers – From an idea to practice. EurAgEng Newsletter. June, 2015, 6.
- Latsch R., 2015. Ein marktfertiges Gerät zur Ampfer-Regulierung mit Heisswasser. In: ÖKL-Kolloquium Moderne Technik auch im Grünland. 2. Dezember, Hrsg. Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung ÖKL, Salzburg. 22-23.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Agroscope entwickelt verschiedene Module für die Weiterentwicklung und Umsetzung verschiedener Anwendungen von Smart Farming. Neben Farm Management Informationssystem, Blackenroboter, und ortsspezifischer Wiesenübersaat werden auch internetbasierte Systeme wie Bewässerung bearbeitet.

Die Digitalisierung bietet der Landwirtschaft viele neue Möglichkeiten zur Erfassung von Zuständen, zur Steuerung von Prozessen und nicht zuletzt für die Verbesserung der Dokumentation und der Rückverfolgbarkeit. Die grosse Vielfalt landwirtschaftlicher Anwendungen erfordert eine grosse Vielfalt adäquater und eigens angepasster Lösungen. Basierend auf dem technischen Fortschritt der Industrie gilt es mögliche Potentiale für neue kreative Lösungen in der Landwirtschaft zu orten und umzusetzen.

Genehmigung des Projektes

Datum: 00.00.2017	Visum FGL: Kürzel
Datum: 27.10.2017	Visum FBL / KBL: elna
Datum: 27.10.2017	Visum V SFF: elna



SFF 12

Strategische Erfolgspositionen der Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft in offenen Märkten aufzeigen

AutorInnen	Stefan Mann, Stephan Pfefferli
Begleitende WissenschaftlerInnen	Gabriele Mack
Verantwortliche/r BereichsleiterIn	Nadja El Benni
Research Peer	Stefan Mann

Zusammenfassung

Die exportorientierte Schweizer Volkswirtschaft ist an offenen Märkten interessiert, was den Druck für weitere Handelsliberalisierungen erhöht. Ein zunehmender Freihandel wird den Wettbewerb im Inland verstärken und speziell im Lebensmittelbereich zu tieferen und volatileren Rohstoff- und Produktpreisen führen. Umgekehrt ergeben sich neue Chancen im Export. Mit Blick auf das übergeordnete Ziel der globalen und nationalen Ernährungssicherung stellt sich die Frage, welche Erfolgspositionen die Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft in offenen Märkten aufweist bzw. wie sie sich in Zukunft positioniert. Dies unter Berücksichtigung des Kostenumfelds und der Anforderung, dass die Einkommen und Arbeitsbedingungen in der Landwirtschaft mit anderen Wirtschaftssektoren Schritt halten müssen, damit in der Schweiz auch in Zukunft landwirtschaftliche Produkte erzeugt und verarbeitet werden. Im Kontext einer fortschreitenden Marktöffnung und einer veränderten Wettbewerbsfähigkeit der Land- und Ernährungswirtschaft stellt sich aber auch die Frage nach der quantitativen und qualitativen Wirkung der bestehenden und allfälliger neuer agrarpolitischer Massnahmen.

Ausgangslage und Hintergrund

Die Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft arbeitet traditionell mit einem starken Ausmass an Aussenschutz, d.h. die Erlangung internationaler Kostenführerschaft war bislang weder ein realistisches Ziel, noch stand sie im Mittelpunkt der unternehmerischen Strategien.

Gleichzeitig gelang es der Schweizer Ernährungswirtschaft in bestimmten Lebensmittelsegmenten internationale Qualitätsführerschaft zu generieren. Diese Märkte lassen sich in zwei Kategorien einteilen:

- In den traditionellen Exportmärkten, die etwa Schokolade und Käse umfassen, kann der Erfolg auf eine gelungene Synthese professioneller Milchproduktion und ausgeklügelter Verarbeitungstechnologien zurückgeführt werden. Diese Märkte verharren seit mehreren Jahrzehnten auf konstantem Niveau und haben eine relativ geringe Preiselastizität.
- In den letzten Jahren stark gewachsen sind Exportmärkte, in denen die Rolle der Rohstoffproduzenten stark untergeordnet ist und diese oft auch nicht mehr in der Schweiz angesiedelt sind. Beispiele sind Nespresso-Kapseln und Red Bull, bei denen allein die Qualitäts- und Markenstrategie der verarbeitenden Industrie entscheidend für den Erfolg sind.

Die Entwicklungen sind dabei weiterhin einer gewissen Dynamik unterworfen, wobei die folgenden drei Herausforderungen im Vordergrund stehen:

a) Globalisierung und Liberalisierung der Märkte.

Die Schweizer Volkswirtschaft ist in weiten Teilen an offenen Märkten interessiert. Ein zunehmender Freihandel dürfte den Wettbewerb im Inland verstärken und zu tieferen Preisen führen. Ein zu hohes Preisniveau führt zudem zu Einkaufstourismus. Die Exporte von Lebensmitteln, insbesondere im verarbeiteten Bereich, müssen gesteigert werden, um den Verlust an Marktanteilen in der Schweiz zu kompensieren. Auf den Faktormärkten, wo die Exportchancen von Schweizer Unternehmen begrenzt sind, wird es eine Herausforderung sein, den Marktanteil zu halten.

b) Hohe Produktionskosten, starker Franken.

Hohe Lohnkosten und der starke Franken verteuern die Inlandproduktion und reduzieren die Wettbewerbsfähigkeit zumindest kurzfristig, tiefe Kapitalzinsen verbilligen die Produktion und begünstigen Rationalisierungen. Der

steigende Einsatz von Lohnunternehmern sowie der fortschreitende Strukturwandel sind Entwicklungen, die dazu beitragen können, die Wettbewerbsfähigkeit des Schweizer Agrarsektors zu verbessern.

c) Hoher Lebensstandard in der Schweiz.

Damit in der Schweiz weiter landwirtschaftliche Produkte erzeugt und verarbeitet werden, müssen Einkommen und Arbeitsbedingungen mit anderen Wirtschaftssektoren Schritt halten, oder landwirtschaftliche Tätigkeiten müssen noch mehr als heute den Charakter eines Lifestyles bekommen, in dem die Generierung ökonomischen Mehrwerts nicht im Mittelpunkt steht.

Aufgrund dieser Herausforderungen stehen die folgenden Fragestellungen im Fokus:

- Wie wird die Nahrungsmittelversorgung der Schweiz in die globale Ernährungssicherung eingebettet (Inlandproduktion, Import, Export)?
- Welche weiteren Ziele sind zu berücksichtigen (standortgerechte Produktion, ökologischer Fussabdruck, Wertschöpfung Inland, gesamtwirtschaftliche Wohlfahrt)?
- Wie sind die Rahmenbedingungen national auszugestalten, damit eine nachhaltige Nahrungsmittelversorgung und die übrigen Verfassungsziele erreicht werden können?

Nationales und internationales Forschungsumfeld

Das vorliegende strategische Forschungsfeld setzt sich zusammen aus zwei Feldern agrarökonomischer Forschung, die allerdings auch international in der Tendenz konvergieren.

Einerseits umfasst das Forschungsfeld die traditionelle landwirtschaftliche Marktlehre bzw. Marktanalyse. Dies ist ein Gebiet, das seit jeher breiten Raum in den wichtigen agrarökonomischen Zeitschriften (z.B. Journal of Agricultural Economics) und auf den agrarökonomischen Kongressen einnimmt. Auch in der Ausbildung ist die Analyse von Handelsströmen, von Preisentwicklungen und von Steuerungsoptionen der öffentlichen Hand ein fester Bestandteil des agrarökonomischen Curriculums. Schwerpunkte in Forschung und Lehre sind das umfassende Verständnis der Auswirkung agrarhandelspolitischer Barrieren, die Entstehung und die Persistenz von Preisbewegungen sowie die Dynamik des internationalen Agrarhandels.

In der Schweiz gab es bis 2003 eine Professur zur Nachfrageanalyse an der ETH Zürich. Nach Ausscheiden des Stelleninhabers fand auf dem Gebiet nur noch bei Agroscope eine nennenswerte Forschung auf dem Gebiet der Marktanalyse statt (s.u.).

Das zweite in diesem Kontext wichtige Gebiet ist das Agrarmarketing. Hier gibt es mit Zeitschriften wie beispielsweise «Agribusiness» und dem «International Journal of Agricultural Marketing» ein noch stärker eigenständiges Wissenschaftsfeld, was sich auch durch eigene Tagungen und Kongresse manifestiert, im nationalen Rahmen jeweils noch stärker als international. Agrarmarketing wird schliesslich auch an renommierten Universitäten wie Cornell University oder Universität Göttingen als eigenständiger akademischer Abschluss angeboten. Wirksame Kommunikationsstrategien oder Produktinnovationen sind in diesem Bereich Beispiele für gut besetzte Forschungsfelder.

Die Diskrepanz zwischen einem international gut etablierten Forschungsfeld und einem Vakuum in der Schweiz ist beim Agrarmarketing noch eklatanter. Für Bioprodukte beschäftigen sich am FIBL 1–2 KollegInnen mit agrarmarketingtheoretischen Fragestellungen. Für konventionelle Produkte findet ausserhalb von Agroscope (s.u.) keinerlei Agrarmarketingforschung statt.

Unter einem wachsenden Anteil von Agrarmarketingforschern macht sich die Erkenntnis breit, dass eine systematische Auseinandersetzung mit Preisbewegungen das Verständnis von Märkten erhöht, so wie immer mehr Markt-Ökonomen die Relevanz der Heterogenität von Produkten erkennen. Daher besteht die These¹⁴, dass die beiden hier beschriebenen Forschungsrichtungen längerfristig zusammenlaufen.

Stellung und Positionierung von Agroscope im Forschungsfeld

Die Analyse von Agrarmärkten gehört nicht zum traditionellen Aufgabenspektrum von Agroscope, das sich gerade am Standort Tänikon auf produktions- bzw. angebotsorientierte Aspekte konzentrierte. Dass Fragen des Marktes in einem langsamen Prozess immer stärker in die Arbeit der FG Sozioökonomie integriert wurden und auch an anderen Standorten in das Blickfeld der Forschenden gelangten, ist dem offenkundigen Defizit in der übrigen Schweizer Forschungslandschaft zuzuschreiben, das oben beschrieben wurde, und geschah auf ausdrücklichen Wunsch des BLW.

Heute beschäftigen sich 3–4 Personen in der FG Sozioökonomie, die agrarwissenschaftlichen oder volkswirtschaftlichen Hintergrund haben, mit Fragestellungen der Marktanalyse. Dies geschieht in enger Zusammenarbeit mit der entsprechenden Abteilung im BLW. Auf diese Weise wird die praktische Relevanz der beforschten Themen sicher-

¹⁴ Geäussert etwa von Sexton, R.J. (2012): Market Power, Misconceptions, and Modern Agricultural Markets. American Journal of Agricultural Economics 95 (2) 209–219

gestellt, während die wissenschaftliche Qualität über peer-reviewte Artikel dokumentiert wird. Leistungsfähige Modelle wie DSS-ESSA, das Nachfragemodul von SWISSland und CAPRI bilden ein festes methodisches Fundament. Für eine internationale Sichtbarkeit reicht das Volumen der Arbeiten allerdings nur knapp aus.

Im Bereich der Agrarmarketing-Forschung ist die Bilanz von Agroscope noch deutlich schwächer. Punktuell wurden – quasi als Nebenprodukt von Abklärungen anderer Art – im Bereich Wein und Rindfleisch Untersuchungen durchgeführt und auch erfolgreich veröffentlicht. Es kann jedoch nicht von einer kontinuierlichen Position von Agroscope gesprochen werden.

Wissenschaftliche Ziele und Forschungsfragen

Im Zentrum der im Folgenden aufgeführten Forschungsfragen steht die Bemühung, sich auf Fragestellungen zu konzentrieren, die aufgrund der Besonderheiten der Schweiz auf den internationalen Agrarmärkten nicht durch Analogschlüsse aus dem Ausland beantwortet werden können.

1. Welche Effekte üben Marktstützungsmassnahmen, die auf eine multifunktionale Landwirtschaft ausgerichtet sind, auf die Wohlfahrt aus? Welche Veränderungen ergeben sich im Zuge einer Marköffnung? Wie werden anstehende Liberalisierungsmassnahmen (z.B. Abschaffung des Schoggigesetzes) zum Wohle der Volkswirtschaft ausgestaltet?
2. Wo liegen die komparativen Stärken und Schwächen von Schweizer Lebensmitteln auf den internationalen Märkten? Wie können komparative Stärken ausgebaut und komparative Schwächen kompensiert werden?
3. Welchen Beitrag leistet die Digitalisierung zur Qualitätsstrategie und zur Wettbewerbsfähigkeit? Was sind Kosten und Nutzen? Wie beeinflusst die Digitalisierung das B2C-Verhältnis?
4. Wie wirkt die Preisvolatilität international und national auf die Strategien der Marktteilnehmer? Wie beeinflussen die Marktteilnehmer Preisschwankungen auf den nationalen Märkten?
5. Mit welchen Methoden und agrarökonomischen Modellen kann der Bedarf an wissenschaftlich abgestützten politischen Entscheidungsgrundlagen abgedeckt werden?

Praktischer Nutzen der Aktivitäten im Forschungsfeld und wichtigste Outcomes

Da der Liberalisierungsdruck auch im Agrarsektor laufend zunimmt, wird der Schweizer Agrarsektor nur durch eine Verbindung aus Kosten- und Effizienzbewusstsein einerseits und einer konsequenten Qualitätsstrategie andererseits bestehen können. Für eine solche strategische Ausrichtung sind sowohl auf den Exportmärkten wie Käse und Schokolade als auch auf den Märkten mit Importdruck (z.B. Futtermittel) zahlreiche Detailfragen zu beantworten. Ihre Beantwortung wird sowohl der Verwaltung bei der Ausgestaltung der Rahmenbedingungen als auch den Unternehmen nützlich sein.

So dürfen also als Outcome für die Verwaltung Hinweise erwartet werden, wie Handelsschranken und staatliche Interventionen in Märkte auszugestalten sind, um die Weiterentwicklung der Märkte für Agrarprodukte zu optimieren. In der Zusammenarbeit mit Unternehmen sind strategische Hinweise das wahrscheinlichste Outcome.

Was ist neu im Forschungsfeld?

Aufgrund des hohen Protektionsgrades der Schweizer Landwirtschaft standen agrarpolitische und institutionelle Fragen immer im Zentrum der Analyse, während sich die internationale Forschungswelt verstärkt mit der Preisdynamik beschäftigte. In den kommenden Jahren wird die inländische Preisentwicklung, die an sich in einem sehr interessanten Spannungsfeld zwischen Marktdynamik und Rahmenbedingungen steht, erstmalig einer wissenschaftlichen Analyse unterzogen.

Positionierung des SFF im Dreieck «Markt für Primärprodukte», «Betrieb» und «Ressourcen für die Produktion»

Obgleich es im SFF 12 nicht ausschliesslich um Primärprodukte, sondern durchaus auch um weiterverarbeitete Agrarerzeugnisse geht, ist das SFF weitestgehend dem Punkt «Markt für Primärprodukte» zuzuordnen.

Inhaltliche Schnittstellen zu den weiteren Forschungsfeldern

- **SFF 3** «Leistungs- und marktfähige Pflanzensorten züchten und anbieten»: Hier ergeben sich Anknüpfungspunkte im Bereich der Qualitätsstrategie
- **SFF 4** «Die Proteinversorgung von Mensch und Tier optimieren»: Hier lassen sich über das Modell DSS-ESSA Synergien erzeugen.
- **SFF 5** «Nachhaltigen, risikoarmen Pflanzenschutz entwickeln»: Hier würde eine Integration ökonomischer Fragestellung ein besseres Verständnis von Faktormärkten ermöglichen.

- **SFF 2** «Ressourceneffiziente Anbaumethoden und -systeme für den Ackerbau und die Spezialkulturen entwickeln»: Auch hier ist die Qualitätsstrategie ein potenzieller Anknüpfungspunkt.
- **SFF 14** «Nachhaltigkeit und Ökoeffizienz der Landwirtschaft bewerten und Verbesserungsmöglichkeiten aufzeigen»: Eine Zusammenarbeit ermöglicht eine Verbindung ökonomischer und ökologischer Indikatoren.
- **SFF 10** «Qualität und Produktinnovation von Lebensmitteln fördern»: Über den Aspekt der Qualitätsstrategien sind die Synergien hier besonders gross.
- **SFF 13** «Potenziale erkennen, um die Wettbewerbsfähigkeit der Landwirtschaftsbetriebe zu verbessern»: Da die Agrarstrukturen die Märkte massgeblich beeinflussen, sind hier die Synergien besonders gross.

Bestehende und neu geplante Zusammenarbeiten mit anderen Forschungsinstitutionen

Im Bereich der modellgestützten Marktanalyse besteht eine relativ intensive Zusammenarbeit mit der Universität Bonn (z.B. Dissertation von Franziska Götze, die dieses Jahr abgeschlossen wird), an der das CAPRI-Modell entwickelt wurde. Im Bereich der Agrarmarketingforschung gab es vereinzelt Berührungspunkte zum Agrarmarketing-Lehrstuhl der Universität Göttingen.

Grundsätzlich ist die Anzahl potenzieller Kooperationspartner kein limitierendes Element. In Abhängigkeit von der jeweiligen Fragestellung wird zu eruieren sein, durch welche potenzielle Zusammenarbeit die umfangreichsten Synergien erzeugt werden können.



Projekte des SFF 12:
Strategische Erfolgspositionen der Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft in offenen Märkten aufzeigen

Projets du CSR 12:
Mise en évidence des atouts stratégiques de l'agriculture et du secteur agroalimentaire suisses sur les marchés ouverts

- 18.12.20.01.01 Weiterentwicklung von Agrarsektormodellen zur Nachhaltigkeitsbeurteilung des inländischen Angebots an Nahrungsmitteln
- 18.12.20.01.02 Analyse von Agrar- und Lebensmittelmärkten



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.12.20.01.01

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

(Angebotsmodellierung)

Nr. Bereich.

20

Wettbewerbsfähigkeit und Systembewertung (WFS)

Nr. Gruppe

20.1

Sozioökonomie

Projektleitung/Stellvertretung

Anke Möhring / Gabi Mack

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	1852
Beitrag zu SFF	12
Beitrag zu weitem SFF	4, 11, 17

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	2.69; 3.27; 3.33; 3.35; 3.38; 3.52; 3.53; 5.5; 9.35; 9.37; 9.45; 23.114
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☐ ja ☒ nein

Titel Originalsprache

**Weiterentwicklung von Agrarsektormodellen zur Nachhaltigkeitsbeurteilung
des inländischen Angebots an Nahrungsmitteln**

Angebotsmodellierung

supply-side modelling tools

**SWISSland, DSS-ESSA, Green DSS-ESSA, Agentenbasierte Modellierung, Evaluation, ökologisch-
ökonomische Modellierung, Direktzahlungssystem, Optimierung**

Ausgangslage und Problemstellung

Mit dem zunehmenden Rückzug der Agrarmarktpolitik gewinnen Marktungleichgewichte und Preisschwankungen an Bedeutung. Die Schweizer Landwirtschaft ist durch den internationalen Handel in die Weltmärkte eingebunden (WTO-Verhandlungsrunden, EU-Freihandel, Bilaterale Verträge, etc.). Vor allem aber hat sich die Schweizer Agrarpolitik durch Reformen erheblich verändert, insbesondere das Direktzahlungssystem. Agroscope modelliert seit mehreren Jahren als einer der zentralen Arbeitsschwerpunkte die Angebotsseite des Schweizer Agrarsektors. Unter Berücksichtigung des Kostenumfeldes der Landwirtschaft werden die Ebene der Produzenten und deren Produktionsentscheidungen abgebildet. Resultierend können mit prospektiver Perspektive die Wirkungen der agrarpolitischen Rahmenbedingungen, der Preisentwicklungen, sowie der agrarstrukturellen Änderungen auf die inländischen Angebotsmengen verschiedener Produktmärkte und auf verschiedene Zielindikatoren zur Erreichung einer angemessenen Versorgung mit wichtigen Nahrungsmitteln und einer nachhaltigen, ressourcenschonenden Ernährung quantifiziert werden. Diese Informationen sind essentiell für die Erforschung des Schweizer Agrarsektors im Allgemeinen, gleichzeitig aber auch für die quantitative und qualitative Wirkungsanalyse und Evaluation von Massnahmen der Agrar- und Grenzschutzpolitik. Zur Bereitstellung von Entscheidungsgrundlagen für Politik, landwirtschaftliche Branchenorganisationen und Praxis ist es die Aufgabe von Agroscope, die bestehenden Tools weiterzuentwickeln bzw. entsprechend den Bedürf

nissen der Entscheidungsträger anzupassen. Ergänzend dienen retrospektive (ex-post), empirische Analysen einerseits der Methodenentwicklung im Modellierungsbereich, andererseits tragen sie direkt zum Erkenntnisgewinn in den Bereichen Nachhaltigkeitsbeurteilung und Politikevaluation bei.

Ziele und Forschungsfragen

- I) Das Angebotsmodul des Modells SWISSland ist auf der Grundlage der reformierten Auswertungsdaten von Buchhaltungsbetrieben weiterentwickelt und den Bedürfnissen der Kundengruppen, insbesondere der Bundesämter angepasst. Aktuelle Entwicklungen im Schweizer Agrarsektor sind adequat abgebildet. Es steht jederzeit ein valides Referenzszenario als Basis für die Durchführung von alternativen ex-ante Berechnungen zur Verfügung. Das Modell bildet die gesamte direktzahlungsberechtigte Landwirtschaft der Schweiz ab und ist für ausgewählte Regionen räumlich explizit erweitert.
- II) Das Ernährungssicherungssystem DSS-ESSA ist stets einsatzfähig und wird den Bedürfnissen des BWL entsprechend angepasst und ergänzt. Die entscheidenden Voraussetzungen für die Umsetzung einer Produktionsoptimierung im Falle von Versorgungskrisen sind identifiziert und geeignete Massnahmen, welche eine erfolgreiche Durchführung begünstigen, sind ermittelt. Das Zusatzmodul Green DSS-ESSA enthält ergänzende Produktionsverfahren, Ernährungsaspekte und ökologisch-ökonomische Indikatoren, um Wirkungsanalysen im Bereich der ressourcenschonenden Ernährung durchführen zu können. Das Zusatzmodul ist validiert und wird zur Beurteilung der Nachhaltigkeit verschiedener Massnahmen und Szenarien eingesetzt (z.B. SFF4: Proteinversorgung).
- III) Erkenntnisse über die Auswirkungen von Preisschocks auf den Strukturwandel in der Landwirtschaft liegen vor. Empfehlungen für die Modellierung von exogenen Preisschocks in SWISSland sind verfügbar.
- IV) Die Modellgrundlagen zur Durchführung von ex-ante Evaluationen der Anpassungen im Bereich Direktzahlungen und Investitionshilfen sind state of the art und bilden die Grundlage für die wissensbasierte Politikberatung in Bezug auf die Agrarpolitik AP22+. Die wichtigsten Massnahmen der Agrarpolitik AP 2014-17 sind evaluiert, Empfehlungen für die Weiterentwicklung der AP22+ sind formuliert. Erkenntnisse zur Verteilung und zur Nutzung kantonaler Fördergelder liegen vor. Kurzfristige Anfragen des Bundesamtes für Landwirtschaft zur ex-ante Evaluation von Politikmassnahmen werden termingerecht beantwortet.
- V) Im Drittmittelprojekt "Impacts of Land Use Patterns in South Africa" (ILUPSA) leistet die FG SÖ einen Beitrag zur agentenbasierten Modellierung des Agrarsektors in Südafrika mit dem Ziel, Politiksznarien im Rahmen der Landreform zu analysieren und damit deren Wirkung auf die strukturelle Entwicklung in der südafrikanischen Landwirtschaft darzustellen sowie Empfehlungen für zukünftige Alternativen abzuleiten.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 12 ((in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

- I-a) Aktualisierung der Datenbasis (SL-2018) aus den Buchhaltungsdaten der Zentralen Auswertung (SFF13; 9.35) unter Berücksichtigung der neuen Erhebungsmethode.
- I-b) Umsetzung der räumlich expliziten Modellierung für eine Pilotregion zur Evaluation standortspezifischer Massnahmen der Agrar- und Umweltpolitik (5.5).
- I-c) Verbesserung der Angebotsmodellierung im Bereich Pferdehaltung, insbesondere bei der Abbildung der wachsenden Bedeutung des Betriebszweiges Pensionspferdehaltung und dessen Einfluss auf die strukturelle Entwicklung in der Landwirtschaft (23.114)
- I-d) Aktualisierung des Schweizer Agraroutlooks zur Ableitung eines konsolidierten Referenzszenarios (9.35) (Verbindung zu SFF12: Projekt "18.12.20.1.01_Markt")
- I-e) Überarbeitung der im Modell verwendeten Angebotselastizitäten. Ökonometrische Schätzung der (Eigen- und Kreuz-) Preiselastizität des Angebots, um die PMP-Kalibrierung von SWISSland zu verbessern. (9.35)
- II-a) Ermittlung von Anforderungen an resiliente und nachhaltige Ernährungssysteme; Ableitung von Zielindikatoren, Voraussetzungen und Massnahmen wie z.B. mögliche Differenzierung der Versorgungssicherheitsbeiträge (3.33)
- II-b) Ökologisch-ökonomische Bewertung nachhaltiger Ernährungssysteme in der Schweiz (3.38)
- II-c) Ableitung von Voraussetzungen und Schwellenwerten für den Ackerbau (minimale Anbauflächen in Normalzeiten), um im Krisenfall eine zeitgerechte Ausdehnung der ackerbaulichen Produktion zu erreichen (3.35)
- III) Ex-post Analyse der Auswirkungen von Preisschocks auf das Angebotsverhalten und die Betriebsaufgabe in der Landwirtschaft. (9.37; 9.45)

IV-a) Modellgestützte ex-ante Evaluation von Direktzahlungs- und Marktöffnungsszenarien (Beantwortung kurzfristiger Anfragen des BLW) (9.35)
IV-b) Ex-post Evaluation der Wirkung von Elementen des Direktzahlungssystems AP 2014-17, v.a. Kulturlandschaftsbeiträge und Biodiversitätsbeiträge Qualitätsstufe II (2.69, 3.52, 3.53)
IV-c) Übersicht zu Arten und Einsatzstrategien kantonaler Förderinstrumente (sowohl vom Bund co-finanzierte als auch ausschliesslich kantonale finanzierte Instrumente) (3.27)
Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Stichworten)
zu SFF Nr. 4: Beurteilung der Nachhaltigkeit (Wirtschaftlichkeit, Umweltwirkungen, Nährstoffversorgung, Ernährungssicherheit) von Strategien und Massnahmen zur Erhöhung der inländischen Proteinversorgung in der Fütterung und Ernährung.
zu SFF Nr. 11: Beitrag zur Projektskizze "Digitalisierung der graslandbasierten Schweizer Milchproduktion– Nachhaltigkeit durch technologieoptimierte, smarte Milchproduktionssysteme". Zur Ableitung der Indikatoren für die ökonomisch-ökologische Bewertung der zu untersuchenden Milchproduktionssysteme sind diese in Form einzelbetrieblicher Optimierungsmodelle in SWISSland eingebettet. Milchproduktionssysteme sind sowohl auf betrieblicher Ebene als auch im Gesamtkontext der Entwicklungen des Schweizer Agrarsektors bewertet.
zu SFF Nr. 17: Mit dem agentenbasierten Modell SWISSland erfolgt die Bewertung der sozio-ökonomischen Implikationen von Anpassungsoptionen zur Schaffung klimaresilienter Produktionssysteme.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)
(kein explizit auszuweisender Zusatznutzen)

Material und Methoden (grob skizziert)
I-a) Das Ziel, die gesamte direktzahlungsberechtigte Fläche der Schweiz abzubilden, wird erreicht, indem SWISSland eine Agentenpopulation modelliert, die auf der Zufallsstichprobe (SpE) basiert und durch AGIS-Kleinstbetriebe komplettiert wird (SL-2018). Ergänzende Informationen liefern Betriebszweigdaten (SpB). Das Update der SWISSland-Datenbasis startet 2018 und basiert auf einem Zweijahresmittel der SpE-2016 und SpE-2017. Die Buchhaltungsdaten werden mit Strukturkennzahlen und Informationen zu Direktzahlungen aus der AGIS-Datenbank (BLW) verknüpft. Sofern verfügbar, werden zur Datengenerierung von produktionstechnischen und monetären Kennzahlen auf Betriebszweige Ebene Informationen aus der SpB-2017 generiert oder - für den Fall von Datenlücken - die SpE-Betriebe mit den bisherigen SWISSland-Agenten (Referenzbetriebe ZA) verknüpft. I-b) Für die Definition der relevanten Pilotregion(en) wird eruiert, inwieweit Datenquellen zu anderen Themen (räumliche Daten, Gewässerschutzdaten, etc.) oder Daten aus laufenden und abgeschlossenen Forschungsprojekten für das Projekt nutzbar sind. Die neu zu erstellende Datenbasis SL-2018 dient zur Operationalisierung der Betriebsstruktur und der landwirtschaftlichen Leistung der modellierten Betriebe der Pilotregion(en). Gegebenenfalls wird eine statistisch-deskriptive Datenanalyse genutzt, um quantitative Zusammenhänge aufzuzeigen. Zusätzlich kann die Erhebung von qualitativen Daten die Erklärungsansätze präzisieren. Die Simulationen der Pilotregion(en) erfolgen mit SWISSland unabhängig voneinander. I-c) Die Konzentration liegt bei diesem Thema vor allem auf der wirtschaftlichen Bedeutung der Pensionspferdehaltung in der Schweizer Landwirtschaft. Basierend auf einer Literaturrecherche werden wichtige Einflussfaktoren auf das Angebot und die Nachfrage von pferdebezogenen Dienstleistungen sowie für die Entwicklung der landwirtschaftlichen Pferdehaltung insgesamt identifiziert (Situationsanalyse). Mit Hilfe eines mixed-method-designs identifizieren wir sozioökonomische Trends in der Pferdebranche und analysieren zukunftsrelevante Szenarien für die Pferdehaltung in der Schweizer Landwirtschaft im Allgemeinen und für die Pensionspferdehaltung im Speziellen. I-d) Gemäss Projektauftrag des BLW an Agroscope vom 28.02.2017 wird der Schweizer Agraroutlook (SAO) im Jahr 2018 aktualisiert. Sowohl die Konsolidierung der exogenen Modellannahmen als auch die Validierung der Modellresultate erfolgt unter Beizug einer Experten-Begleitgruppe. Für den SAO 2018 werden Fokusthemen festgelegt und durch Szenarienrechnungen mit SWISSland ergänzt. I-e) Für die Produktmärkte des SWISSland-Nachfragemoduls werden die Angebotselastizitäten auf der Basis von Buchhaltungsbetrieben ökonometrisch neu geschätzt. Dadurch wird im Modell eine bessere Abstützung der Grenzkostenfunktionen an die empirisch beobachteten Grenzkosten erreicht. II-a) Die Ermittlung von Anforderungen an resiliente und nachhaltige Ernährungssysteme erfolgt mit Hilfe des Modellsystems DSS-ESSA. Modellerweiterungen sind hinsichtlich verschiedener Produktionsverfahren (Intensitäten), Prozessabschnitte (Konsum) und ökonomischer Einflüsse (Preise, Kosten, Direktzahlungen) erforderlich.

- II-b) In Zusammenarbeit mit Experten werden zukünftige Ernährungsstrategien beurteilt. Die Auswirkungen dieser Ernährungssysteme auf die Nährstoffversorgung, Umwelt und Landwirtschaft werden mit DSS-ESSA analysiert.
- II-c) Die Voraussetzungen für eine Ausdehnung der ackerbaulichen Produktion im Falle einer gravierenden Ernährungskrise werden anhand von Expertenbefragungen ermittelt. Dabei werden alle wesentlichen Betriebszweige (Getreide, Kartoffeln, Ölsaaten etc.) und Produktionsvoraussetzungen (Saatgut, Energieträger, Verarbeitungskapazitäten etc.) mit berücksichtigt. Anschliessend werden verschiedene "Mangel"szenarien mit dem entsprechend angepassten Modellsystem DSS-ESSA simuliert.
- III) Bisher simuliert SWISSland langfristige Anpassungsreaktionen der Schweizer Landwirtschaft. Ziel ist es, die Modellreaktionen und -prognosen zu verbessern, wenn sich exogene Rahmenbedingungen kurzfristig stark ändern.
- IV-a) Zur prospektiven Abschätzung der Wirkungen und der Effizienz agrarpolitischer Massnahmen sowie zur Evaluation von Marktöffnungsszenarien kommt primär das Modell SWISSland zur Anwendung. Je nach Fragestellung werden die Preisentwicklungen für das Angebotsmodul exogen vorgegeben oder endogen durch die Verknüpfung mit dem partiellen Gleichgewichtsmodell des Nachfragemoduls ermittelt.
- IV-b) Für die Kulturlandschaftsbeiträge werden Simulationsrechnungen mittels SWISSland durchgeführt. Bei beiden Instrumenten dienen Interviews mit kantonalen Verwaltungsvertretern, Kontrolleuren und Landwirten für ein vertieftes Systemverständnis.
- IV-c) Schriftliche Befragung bei kantonalen Verwaltungseinheiten und ergänzende mündliche Interviews.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- I)
- Möhring, A. (2016). Weiterentwicklung von SWISSland - Aktualisierung der Datengrundlage. Arbeitspapier zuhanden BLW vom 02.09.2016
 - Prasuhn, V., A. Möhring, M. Bystricky, T. Nemecek, G. Gaillard (2017). Ökonomisch-ökologische Beurteilung von Szenarien zur Nährstoffreduktion in Gewässern. In: Agrarforschung Schweiz. Heft 9
 - Ecoplan und HAFL (2016): Beitrag der Landwirtschaft und der Agrarpolitik zur Vitalität und Attraktivität des ländlichen Raums. Schlussbericht zuhanden des Bundesamt für Landwirtschaft (BLW). Bern, 29. März 2016
 - Schmidlin L., Bachmann I., Flierl S., Schwarz A., Roesch A., Rieder S., von Niederhäusern R. (2013). Wirtschafts-, Gesellschafts- und Umweltpolitische Bedeutung des Pferdes in der Schweiz - Stand 2013. Agroscope Forschungsanstalt Liebefeld-Posieux ALP-Haras, Schweizerisches Nationalgestüt Avenches
 - Vial, C., Evans, R. (Edt) (2015). The new equine economy in the 21st century. EAAP publication No. 136
 - Möhring A., Mack G., Ferjani A., Kohler A. & Mann S., 2015. Swiss Agricultural Outlook 2014–2024. Pilotprojekt zur Erarbeitung eines Referenzszenarios für den Schweizer Agrarsektor. Agroscope Science Nr. 23, Agroscope, Ettenhausen
 - European Commission (2016). EU Agricultural Outlook. Prospect for the EU agricultural markets and income 2016-2026. December 2016
 - Brulke, M. (1982): A Note on the Nerlove Model of Agricultural Supply Response. International Economic Review. 23 (1): 241-244
- II)
- Roesch A., Gaillard G., Isenring J., Jurt Ch., Keil N., Nemecek T., Rufener Ch., Schüpbach B., Umstätter Ch., Waldvogel T., Walter T., Werner J., Zorn A. (2017). Comprehensive Farm Sustainability Assessment. Agroscope Science No 47.
 - SGE, 2016. Schweizer Lebensmittelpyramide. Empfehlungen zum ausgewogenen und genussvollen Essen und Trinken für Erwachsene. 2011, aktualisiert April 2016. Schweizerische Gesellschaft für Ernährung SGE.
 - Beretta C., Stoessel F., Baier U., Hellweg S. (2013). Quantifying food losses and the potential for reduction in Switzerland. Waste Management 33 (2013) 764–773.
 - Zimmermann, A., Nemecek, T., Waldvogel T. (2017). Optimierungspotenzial einer umwelt- und ressourcenschonenden Ernährung. Agroscope Science Nr. 51 (in Vorbereitung).
 - Zimmermann, A., Ferjani, A., Waldvogel, T., Nemecek, T. (2017). Wege zu einer ressourcenschonenden Ernährung: Analyse mit dem Modellsystem DSS-ESSA. SGA-Tagung "Nachhaltige Landwirtschafts- und Ernährungssysteme", 30./31. März 2017, Chur.
 - Gaillard, G., Nemecek, T. (2009). Swiss Agricultural Life Cycle Assessment (SALCA): An integrated environmental assessment concept for agriculture. Int. Conf. "Integrated Assessment of Agriculture and Sustainable Development. Setting the Agenda for Science and Policy", Wageningen.
 - Zimmermann, A., Ferjani, A., Mann S., Haudenschild, U., Mittelholzer, M., Müller, P. (2017). Ernährungspotenzial der landwirtschaftlichen Kulturlächen - Analyse einer optimierten Inlandproduktion von Nahrungsmitteln im Fall von schweren Mangellagen. Bundesamt für wirtschaftliche Landesversorgung BWL, Bern.

- Ferjani, A., Zimmermann, A., Mann S. (2017). Nutritional Potential of Agricultural Croplands: A Swiss Case Study. Schweizerische Zeitschrift für Volkswirtschaft und Statistik (eingereicht).

III)

- Shrestha, S., & Ahmadi, B. V. (2016). 3 Modelling Farm-level Adaptations Under External Shocks. Farm-Level Modelling: Techniques, Applications and Policy, Issue 31

IV)

- Möhring, A., Ferjani, A., Mack, G., Mann, S., Zimmermann, A. (2016). Modellprojektionen mit SWISSland zum Zahlungsrahmen 2018—2021. Agroscope Science, Nr. 35
- Mack, G., Möhring, A., Kohler, A., Wunderlich, A. (2017). Modellprojektionen mit SWISSland zu den Auswirkungen einer Marktöffnung für die Schweizer Landwirtschaft. Technischer Bericht zuhanden BLW. Im Druck
- Aviron, S., H. Nitsch, P. Jeanneret, S. Buholzer, H. Luka, L. Pfiffner (2009): Ecological cross compliance promotes farmland biodiversity in Switzerland. Frontiers in Ecology and the Environment 7 (5) 247-252
- Karali, E., B. Brunner, R. Doherty, A. Hersperger, M. Rounsevell (2014): Identifying the Factors That Influence Farmer Participation in Environmental Management Practices in Switzerland. Human Ecology 951-963
- Price, B., F. Kienast, I. Seidl, C. Ginzler, P.H. Verburg, J. Bolliger (2015): Future landscapes of Switzerland: Risk areas for urbanisation and land abandonment. Applied Geography 57 (1) 32-41
- Mann, S. (2014): Understanding parallel structures in public administration. International Journal of Organization Theory and Behavior 17 (3) 275-292
- Mann, S., L. Reissig (2011): Co-financing and principal-agent relationships in a Swiss agri-environmental programme. Regional and Federal Studies 21 (1) 23-34
- Gerasimov, A.N., Y.I. Gromov, A.V. Nesterenko, T.Y. Bezdolnaya, J.E. Klishina (2015): Government Control of Regional Agricultural Economic Systems under Institutional Transformations. Mediterranean Journal of Social Sciences 6 (5) 254-261

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet

(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Unter Berücksichtigung des Kostenumfeldes der Landwirtschaft modelliert Agroscope die Ebene der Produzenten und deren Produktionsentscheidungen. Ziel ist es, die Wirkungen der agrarpolitischen Rahmenbedingungen, der Preisentwicklungen sowie der agrarstrukturellen Änderungen auf die inländischen Angebotsmengen verschiedener Nahrungsmittel zu quantifizieren.

Die Schweizer Landwirtschaft ist durch den internationalen Handel in die Weltmärkte eingebunden. Ebenso gibt es laufend Anpassungen der Schweizer Agrarpolitik, insbesondere beim Direktzahlungssystem. Unter Berücksichtigung des Kostenumfeldes der Landwirtschaft modelliert Agroscope die Ebene der Produzenten und deren Produktionsentscheidungen. Ziel ist es, die Wirkungen der agrarpolitischen Rahmenbedingungen, der Preisentwicklungen sowie der agrarstrukturellen Änderungen auf die inländischen Angebotsmengen verschiedener Nahrungsmittel zu quantifizieren. Agroscope liefert somit Informationen für den Schweizer Agrarsektor und für die Evaluation von Massnahmen der Agrar- und Grenzschutzpolitik. Die Resultate des Projekts dienen als Entscheidungsgrundlagen für Politik, landwirtschaftliche Branchenorganisationen und Praxis.

Genehmigung des Projektes

Datum: 22.08.2017	Visum FGL: mnst
Datum: 22.08.2017	Visum FBL / KBL: elna
Datum: 28.10.2017	Visum V SFF: elna



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.12.20.01.02

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Markt

Nr. Bereich.

20 Wettbewerbsfähigkeit und Systembewertung (WFS)

Nr. Gruppe

20.1 Sozioökonomie

Projektleitung/Stellvertretung

Andreas Kohler / Anne Wunderlich

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	2119
Beitrag zu SFF	12
Beitrag zu weitem SFF	

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	3.39, 3.63, 9.35, 9.36, 9.37, 9.38
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☐ ja ☒ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☐ ja ☒ nein

Titel Originalsprache

Marktanalysen

Analyse von Agrar- und Lebensmittelmärkten

Analysis of agro-food markets

Politikevaluation, Internationale Handelspolitik, Preistransmission, Wettbewerbsindikatoren

Ausgangslage und Problemstellung

Die exportorientierte Schweizer Volkswirtschaft ist an offenen Märkten interessiert, was den Druck für weitere Handelsliberalisierungen für die Landwirtschaft erhöht. Ein zunehmender Freihandel wird den Wettbewerb im Inland verstärken und speziell im Lebensmittelbereich zu tieferen und volatileren Rohstoff- und Produktpreisen führen. Umgekehrt ergeben sich neue Chancen im Export. Im Kontext einer fortschreitenden Marköffnung und einer veränderten Wettbewerbsfähigkeit der Land- und Ernährungswirtschaft stellt sich somit die Frage nach der quantitativen und qualitativen Wirkung bestehender und allfälliger neuer agrar- und handelspolitischer politischer Massnahmen. Mit Blick auf das übergeordnete Ziel der globalen und nationalen Ernährungssicherung stellt sich auch die Frage, welche Erfolgspositionen die Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft in offenen Märkten aufweist bzw. wie sie sich in Zukunft positioniert.

Ziele und Forschungsfragen

1. Effekte von Liberalisierungsmassnahmen

Eine wissenschaftliche Evaluation handelspolitischer Massnahmen stellt im Rahmen einer evidenzbasierten Politik eine unerlässliche Entscheidungsgrundlage für die Bundesbehörden dar.

1.1 Ex-ante Evaluationen

1.1.1 Im Auftrag des BLWs führt Agroscope pro Jahr mehrere ex-ante Evaluationen bilateraler und multilateraler Freihandelsszenarien mit Hilfe des partiellen Gleichgewichtsmodells CAPRI durch. Ex-ante Evaluationen sind ein wichtiger Bestandteil laufender Verhandlungen. Das Ziel ist deshalb zeitnah wissenschaftlich fundierte Analysen durchzuführen und deren Ergebnisse bedarfsgerecht zu kommunizieren. Die Forschungsfrage beschäftigt sich mit der ex-ante Abschätzung der Auswirkungen handelspolitischer Massnahmen auf den Schweizer Agrarsektor. Dazu wird das Modell gepflegt (regelmässige Updates) und ständig weiterentwickelt um v.a. die empirische Fundierung des Modells zu verbessern (z.B. empirische Schätzung der Angebotselastizitäten).

1.1.2 Marktmodell SWISSland

Mit dem Marktmodell SWISSland können die Anfragen des BLWs bezüglich der Auswirkungen neuer agrarpolitischer Massnahmen auf die Schweizer Landwirtschaft beantwortet werden. Das Marktmodell ist zudem wichtiger Bestandteil des Schweizer Outlook SAO, der in Zukunft periodisch durchgeführt werden soll.

1.2 Ex-post Evaluationen

1.2.1 Im Auftrag des BLWs führt Agroscope auch Analysen bereits bestehender handelspolitischer Massnahmen durch. Ex-post Evaluationen können wichtige Erkenntnisse über zukünftige Massnahmen liefern und sind integraler Bestandteil einer evidenzbasierten Politik. Das Ziel ist mit vertieften wissenschaftlichen Analysen eine unbefangene Entscheidungsgrundlage zur Verfügung zu stellen. Agroscope beantwortet die Forschungsfrage nach den Auswirkungen bestehender Freihandelsabkommen auf den Schweizer Agrarsektor.

1.2.2 Nicht-tarifäre Handelsmassnahmen wie zum Beispiel sanitäre und phytosanitäre Massnahmen, Standards oder Verpackungsvorschriften sind wichtige Elemente moderner Freihandelsabkommen (z.B. TTIP). Ex-post Evaluationen nicht-tarifärer Handelsmassnahmen liefern wertvolle Informationen über deren Funktionsweise und Auswirkungen für das BLW. Das Ziel ist Fallstudien mit quantitativen und/oder qualitativen Analysen ausgewählter nicht-tarifärer Handelsmassnahmen durchzuführen. Die Forschungsfrage beschäftigt sich mit der Messung, Identifikation sowie den Auswirkungen nicht-tarifärer Handelsmassnahmen auf Firmen im Schweizer Lebensmittelsektor.

2. Preistransmission und Preisschwankungen

Im Rahmen einer Dissertation wird eine auf Zeitreihenanalyse basierende Untersuchung der Preistransmissionen und Preisvolatilität in Schweizer Agrar- und Lebensmärkten durchgeführt. Von besonderem Interesse ist, wie sich (a) institutionelle Rahmenbedingungen und staatlicher Grenzschutz und (b) privatwirtschaftliche Marktstrukturen auf die Preisbildung auswirken.

3. Komparative Stärken und Schwächen von Schweizer Agrarprodukten

Schweizer Agrarprodukte konkurrenzieren sowohl im Inland als auch im Ausland mit ausländischen Agrarprodukten. Auf Basis von statistischen Daten und Umfragen sollen sektorale / marktspezifische Indikatoren konstruiert werden, welche eine Einschätzung über die Wettbewerbsfähigkeit von Schweizer relativ zu ausländischen Agrarprodukten erlaubt. Das Ziel ist Wettbewerbsindikatoren (wie z.B. Digitalisierung von Märkten) als Entscheidungsgrundlage (z.B. für Innovationsförderung) für die Verwaltung und Politik sowie für eine bessere Selbsteinschätzung der Marktakteure (z.B. Unternehmenstrategie) zur Verfügung zu stellen.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 12 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

1. Evaluation internationaler Handelspolitik

1.1 Ex-ante Evaluationen mit CAPRI (9.35/9.37) liefern eine wissenschaftlich abgestützte Entscheidungsgrundlage für die Politik und neue Erkenntnisse wie zukünftige Liberalisierungsmassnahmen zum Wohle der gesamten Volkswirtschaft ausgetaltet werden können.

1.1.1 Marktmodell SWISSland (9.35)

Ex-ante und ex-post Evaluationen mit dem Marktmodell von SWISSland liefern zusammen mit dem Angebotsmodell von SWISSland neue Erkenntnisse zu der Wirkung des Direktzahlungssystems (z.B. Kulturlandschaftsbeiträge, Biodiversitätsbeiträge etc.) und der Schweizer Handelspolitik im Zeitablauf und auf disaggregierter Ebene, d.h. auf Betriebsebene aufgeschlüsselt nach Regionen und Betriebstypen.

1.2 Ex-post Evaluationen bestehender Freihandelsabkommen (9.37) und nicht-tarifärer Handelshemmnisse (3.63) liefern ebenfalls neue Erkenntnisse und verbesserte Entscheidungsgrundlagen für die Ausgestaltung zukünftiger handelspolitischer Massnahmen. Sie ergänzen die Analysen des partiellen Gleichgewichtsmodells CAPRI mit empirischen Modellen sowie qualitativen Analysen.

2. Preistransmission (9.38)

Eine gezielte Auseinandersetzung mit Preisdynamiken ist notwendig, um in einem Umfeld zunehmender Marktöffnung das Verhalten privater Marktakteure und die Wirkung agrarpolitischer Massnahmen besser verstehen und bewerten zu können. Insbesondere die Kenntnis des Grads und Tempos der Preistransmission (a) zu internationalen Märkten und (b) entlang der Wertschöpfungskette sind Voraussetzung, um die Positionierungsmöglichkeiten der Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft zu evaluieren.

3. Wettbewerbsindikatoren (9.36)

Schweizer Produkte müssen sich über qualitative Eigenschaften im Wettbewerb behaupten. Wettbewerbsindikatoren liefern deshalb wertvolle und bisher nicht vorhandene Informationen für die Verwaltung (insbesondere Marktbeobachtung) und Politik in welchen Sektoren / Märkten Schweizer Produkte einen komparativen Vorteil haben.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. ---

Material und Methoden (grob skizziert)

1. Evaluation internationaler Handelspolitik

Die Handelspolitik wird mit dem statischen partiellen Gleichgewichtsmodell CAPRI sowie mit dem Marktmodul des dynamisch partiellen Gleichgewichtsmodell SWISSland evaluiert. Beide Modelle sind ökonomische Gleichgewichtsmodelle, welche auf statistischen Daten zu Produktion und Handelsströmen basieren. Die Modelle werden periodisch aktualisiert (Update Basisjahr / Referenz) und erweitert. Ex-post Evaluationen erfolgen hauptsächlich auf Basis ökonometrischer Modelle aber ergänzend auch mit Hilfe von qualitativen Fallstudien.

2. Preistransmission

Um Preisbildungsmechanismen und Preistransmission besser zu verstehen, wird auf Basis von Preis- und detaillierten Handelsdaten eine kombinierte "Level III" Studie (Barrett 1996) durchgeführt. Aufgrund mangelnder Datenverfügbarkeit sind solche Studien bis heute sehr selten (v.Cramon-Taubadel 2017). Dank der vorliegenden Handelsdaten können wir lineare Annahmen lockern und Preistransmission mithilfe „regime-abhängiger“ Kointegrationsbeziehungen und Fehlerkorrekturmodellen schätzen (Gonzalo & Pitarakis 2006). Regime können so exogen z.B. je nach Importvolumen, Ausnutzung von Zollkontingenten oder Marktkonzentration auf Importeur-Ebene definiert werden. Wir können so also nicht nur untersuchen, ob und wie schnell Schweizer Preise auf internationale Preisschwankungen reagieren, sondern auch welche Rolle dabei der physische Handel, staatlicher Grenzschutz und Marktstrukturen spielen.

3. Wettbewerbsindikatoren

Aus der Literatur sollen geeignete Indikatoren ausgewählt und definiert werden und auf Basis statistischer Daten (Administrativdaten, Umfragedaten etc.) für die Schweiz konstruiert werden.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

Evaluation internationaler Handelspolitik

- Ferjani, A. (2008). Agricultural policy (AP 2011) Reform and the WTO: Potential Impacts on Swiss Agriculture. Paper prepared for presentation at the 107th EAAE Seminar "Modelling of Agricultural and Rural Development Policies, Seville, Spain.
- Ritzel, C. and A. Kohler (2017). Protectionism, how stupid is this? The causal effect of free trade for the world's poorest countries: Evidence from a quasi-experiment in Switzerland. Journal of Policy Modeling (forthcoming).
- CAPRI. CAPRI Modelling System. <http://www.capri-model.org/dokuwiki/doku.php?> (abgefragt am 5.7.2017).
- European Commission, Joint Research Centre JRC. (2011). Potential EU-Mercosur Free Trade Agreement: Impact Assessment. Report EUR 25011.
- Kita, K. and M. Adenauer (2015). "The international competitiveness of Polish Agri-Food products on the NAFTA market under the trade-liberalization process." Journal of Agriculture & Rural Development 36(2): 245–256.
- Morath, T., and I. Sheldon (1999). The Economics of Modeling Tariff-Rate Quotas," Working Paper, Ohio State University, Columbus, OH.

Preistransmission

- Barrett, C.B. (1996). Market analysis methods: Are our enriched toolkits well suited to enlivened markets? American Journal of Agricultural Economics, 78, 825-829.
- Gonzalo, J. and J.-Y. Pitarakis (2006). Threshold effects in cointegrating relationships. Oxford Bulletin of Economics and Statistics, 68(s1), 813–833.
- Von Cramon-Taubadel, S. (2017). The analysis of market integration and price transmission—results and implications in an African context. Agrekon, 1-14.

Wettbewerbsindikatoren

- Mann, S., A. Breukers, J. Schweiger and G. Mack (2011). Greenhouse vegetable production in the Netherlands and Switzerland – a grounded look at sector competitiveness. Competitiveness Review, 21(4), 339-351.
- Neary, P.J. (2006). Measuring Competitiveness. IMF Working Papers, 6/209.
- Wijnands, J.H.M., S. van Berkum and D. Verhoog (2015). Measuring Competitiveness of Agro-Food Industries. The Swiss Case. OECD Food, Agriculture and Fisheries Paper, 88.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Agroscope evaluiert die ökonomischen Auswirkungen bestehender und geplanter handelspolitischer Massnahmen wie Freihandelsabkommen auf die Schweizer Landwirtschaft. Die Analysen liefern eine wissenschaftlich abgestützte Entscheidungsgrundlage für die Politik, so dass Freihandelsabkommen zum Wohle der gesamten Gesellschaft ausgestaltet werden können.

Agroscope evaluiert die ökonomischen Auswirkungen bestehender und geplanter Freihandelsabkommen auf den Schweizer Agrarsektor. Für die Analyse verwendet Agroscope das international anerkannte Modell CAPRI, welches von der Universität Bonn entwickelt wurde und von Agroscope so angepasst wurde, dass die Schweizer Gegebenheiten angemessen berücksichtigt werden. In einem Umfeld zunehmender Marktöffnung analysiert Agroscope zudem wie sich Entwicklungen auf ausländischen Märkten auf inländische Märkte übertragen und wie sich die Wettbewerbsfähigkeit von Schweizer Agrarprodukten entwickelt. Agroscope stellt somit unabhängige und wissenschaftlich fundierte Grundlagen zur Verfügung, die der Politik sachkundige Entscheidungen zur Ausgestaltung der Schweizer Handels- und Agrarpolitik ermöglichen.

Genehmigung des Projektes

Datum: 31.07.2017	Visum FGL: mnst
Datum: 28.10.2017	Visum FBL / KBL: elna
Datum: 28.10.2017	Visum V SFF: elna



SFF 13

Potenziele erkennen, um die Wettbewerbsfähigkeit der Landwirtschaftsbetriebe zu verbessern

AutorInnen	Stephan Pfefferli, Markus Lips
Begleitende WissenschaftlerInnen	Alexander Zorn
Externer Review	Prof. Hiltrud Nieberg, Thünen-Institut, Braunschweig
Verantwortliche/r BereichsleiterIn	Nadja El Benni
Research Peer	Markus Lips

Zusammenfassung

Die Schweizer Landwirtschaft ist im internationalen Vergleich klein strukturiert und weist neben wenigen grossen Betrieben einen hohen Anteil kleiner Betriebe auf. Die bestehenden Strukturen und die standörtlichen Produktionsbedingungen schlagen sich in einer tiefen Arbeitsproduktivität und in hohen Strukturkosten nieder und sind damit ein limitierender Faktor im Zusammenhang mit einer Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit. Mit Blick auf die sich stetig ändernden gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen stellt sich die grundlegende Frage, welche Struktur- und Betriebsentwicklungsstrategien erfolgsversprechend sind und es den Betrieben durch die Umsetzung von Innovationen im Bereich Produktionstechnik und Organisation mittel- und langfristig ermöglichen, auch in offen(er)en Märkten nachhaltig zu wirtschaften. Als Ausgangspunkt für die Erarbeitung von solchen Strategien sind die bisherige Strukturentwicklung, die bestehenden Strukturen und allfällige Pfadabhängigkeiten zu analysieren und die relevanten wirtschaftlichen, strukturellen und sozialen Einflussfaktoren zu eruieren. Eine wesentliche Grundlage hierzu bildet die Zentrale Auswertung von Buchhaltungsdaten. In Zusammenarbeit mit Forschungsgruppen von Agroscope werden ausserdem Kosten und Nutzen von Innovationen wie der Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnik oder Massnahmen zur Steigerung der Ressourceneffizienz auf Betriebs- und Betriebszweigebe Ebene analysiert. Aufbauend auf den Erkenntnissen zur Strukturentwicklung und den relevanten Einflussfaktoren sollen konkrete Stossrichtungen und Massnahmen zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit von Landwirtschaftsbetrieben aufgezeigt werden.

Ausgangslage und Hintergrund

Im internationalen Vergleich weisen die Schweizer Landwirtschaftsbetriebe kleine Strukturen, hohe Kosten und folglich eine geringe Wettbewerbsfähigkeit auf. Die Foresight-Studie «Research for a Sustainable Swiss Food System» der ETH im Auftrage des BLWs (Last *et al.*, 2015) identifiziert die Wettbewerbsfähigkeit als eine der fünf wichtigsten Herausforderungen des Schweizer Ernährungssystems. Für die Sicherstellung eines nachhaltigen, resilienten Agrar- und Ernährungssystems Schweiz soll auch eine Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit durch Kostensenken bzw. durch eine Steigerung der Produktivität erreicht werden. Die Arbeitsproduktivität bzw. der Arbeitseinsatz pro Outputereinheit stehen dabei im Vordergrund. Informationen zu den wirtschaftlichen Auswirkungen einer Vergrösserung der Betriebe und des Einsatzes neuer Technologien zur Steigerung der Ressourceneffizienz (z.B. in Form von Smart Farming) oder zur Verminderung von Umweltwirkungen sind dabei für die Praxis, die Beratung und die Verwaltung wichtig.

Die jährlichen Analysen des landwirtschaftlichen Einkommens und des Arbeitsverdiensts zeigen grosse Unterschiede auf bei Betrieben mit vergleichbaren Strukturen. Folglich gibt es auch jenseits der Betriebsgrösse bedeutende Einflussfaktoren für die ökonomische Performance. Die Ursachen für diese Heterogenität sind nur zum Teil bekannt und werden u.a. in den Bereichen Produktionstechnik, natürliche Produktionsbedingungen und Betriebsleitereffekt vermutet.

Für die Beurteilung der Wettbewerbsfähigkeit ist die jährliche Veränderung der Einkommen ein wichtiger Indikator, was eine detaillierte Erhebung und Auswertung von Buchhaltungsdaten erfordert. Gleichzeitig stellen diese Daten einen Anknüpfungspunkt dar, um die Resilienz und die Nachhaltigkeit der Betriebe zu analysieren. Obwohl bei Letzterer die wirtschaftliche Nachhaltigkeit im Vordergrund steht, können punktuell auch Aussagen zur ökologischen und zur sozialen Dimension der Nachhaltigkeit gemacht werden (z.B. Tierbesatz oder Haushaltseinkommen pro Verbrauchereinheit). Zudem besteht die Möglichkeit gemeinsamer Auswertungen von Buchhaltungsdaten und Agrarumweltindikatoren (ZA-AUI).

Nationales und internationales Forschungsumfeld

Themenfeld Betriebswirtschaft

Aus einzelbetrieblicher Sicht bedeutet die Wettbewerbsfähigkeit, dass die landwirtschaftlichen Erzeugnisse auf den relevanten Märkten mit Gewinn abgesetzt werden können (Gabler Wirtschaftslexikon, o.J.). Sie wird im Gebiet der Betriebswirtschaft, bzw. der landwirtschaftlichen Betriebslehre verortet. Landwirtschaftsbetriebe können dabei verschiedene Strategien verfolgen, um ihre Wettbewerbsfähigkeit zu sichern. Grundsätzlich kann dabei zwischen der Spezialisierung und der Diversifizierung unterschieden werden. Zur Erklärung unterschiedlicher Grade der Vielseitigkeit landwirtschaftlicher Betriebe unterscheidet Brinkmann (1922) zwischen integrierenden und differenzierenden Kräften (Dabbert und Braun, 2013). Die sich verändernden gesellschaftlichen Ansprüche an die Landwirtschaft hinsichtlich gesteigerter Ressourceneffizienz, Förderung der Biodiversität und des Tierwohls gehen einher mit konkreten betriebswirtschaftlichen Fragestellungen zu Kosten und Nutzen alternativer Verfahren. Dabei kommt der betriebswirtschaftlichen Beurteilung von Innovationen der Landtechnik und der Informations- und Kommunikationstechnologie eine wichtige Bedeutung zu.

Das nationale Forschungsumfeld im Bereich der landwirtschaftlichen Betriebslehre besteht im Wesentlichen aus folgenden Institutionen:

- Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (ETH Zürich),
- Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften (HAFL) in Zollikofen,
- Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) in Frick.

Die Gruppe Agrarökonomie der ETH Zürich hat in der Vergangenheit Effizienzanalysen durchgeführt (u.a. in Zusammenarbeit mit Agroscope, z.B. Jan *et al.*, 2012a; Jan *et al.*, 2012b). Die Analysen zum Thema Risiko des neuen Lehrstuhlinhabers, Prof. Dr. Finger, haben einen engen Bezug zur Betriebswirtschaft.

Die HAFL verfügt im Team «Betriebswirtschaft im Agrarsektor» über relevante Kompetenzen, wobei Betriebsanalysen im Bereich Milchproduktion einen wichtigen Schwerpunkt darstellen. Das Team «Agrarmarketing, Regionalökonomie und Agrotourismus» bearbeitet im Rahmen des Netzwerks «agri benchmark» Analysen zur internationalen Wirtschaftlichkeit der Rind- und Schafffleischerzeugung in der Schweiz (agri benchmark, 2015).

Die agrarökonomische Forschung des FiBL ist im Departement Sozioökonomie angesiedelt (FiBL, 2014). Einzelbetriebliche Fragestellungen stehen beim FiBL nicht im Fokus, werden jedoch am Rande (z.B. auf Ebene Betriebszweig) behandelt.

Auf nationaler Ebene gibt es Berührungspunkte, jedoch kaum Überschneidungen zwischen Aktivitäten der aufgeführten Akteure und Agroscope.

Die Analyse des internationalen Forschungsumfelds stützt sich auf internationale wissenschaftliche Publikationen und ausgewählte agrarökonomische Konferenzen sowie die wesentlichen Forschungsinstitutionen der Nachbarländer Deutschland und Österreich.

Auf internationaler Ebene hat die Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) im Jahr 2011 einen grundlegenden Bericht zur Wettbewerbsfähigkeit der Landwirtschaft veröffentlicht (OECD, 2011). Aus Sicht der Betriebslehre ist insbesondere Kapitel 5 «Determinants of productivity growth and competitiveness» von Interesse. Eine Vielzahl von Veröffentlichungen existiert zur Entwicklung der Betriebsstrukturen (z.B. Chavas, 2001; Zimmermann und Heckeles, 2012) und zu Betriebsentwicklungsstrategien (Bowman und Zilberman, 2013; Chavas, 2011; Hansson *et al.*, 2010; Vik und McElwee, 2011). Zwei jüngere Studien untersuchten für die Schweiz die Faktoren, welche zur Betriebsaufgabe führen (Ferjani *et al.*, 2015; Roesch *et al.*, 2013).

Im Bestreben, die Wettbewerbsfähigkeit zu erhöhen, kommt der Nutzung von Grösseneffekten (economies of scale) eine wesentliche Rolle zu (Kimura und Thi, 2013). Parallel erfährt der Begriff der Resilienz in der Agrarökonomie zunehmend Bedeutung. Diese soll durch eine grösserer Diversifikation des Agrarsystems positiv beeinflusst werden (Urruty *et al.*, 2016). In diesem Spannungsfeld bewegen sich die Forschungsfragen der Landwirtschaftlichen Betriebslehre. Während die grundsätzlichen Entwicklungen des Strukturwandels und die Zielsetzungen bei der Strategiewahl international ähnlich sein dürften, mangelt es insbesondere an empirischen Studien zur Schweiz. Aufgrund der spezifischen gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und (agrar-) politischen Rahmenbedingungen der Schweizer Landwirtschaft als auch der regionalen Unterschiede besteht hier Forschungsbedarf.

Die Agrarforschungslandschaft in Deutschland ist sehr vielfältig: Neben der universitären Forschung an zehn agrarwissenschaftlichen Fakultäten sowie der Forschung an Fachhochschulen gibt es verschiedene ausseruniversitäre Forschungseinrichtungen (Leibniz-Einrichtungen); ausserdem wird Ressortforschung sowohl durch den Bund (Thünen-Institut) als auch durch die Bundesländer (Landesanstalten) betrieben (Wissenschaftsrat, 2006). Die folgende Analyse fokussiert auf die universitäre Forschung und die Ressortforschung des Bundes am Thünen-Institut. Dessen Fachinstitut Betriebswirtschaft bearbeitet im Cluster «Wirtschaft, Gesellschaft, Politik» das Themenfeld «Wettbewerbsfähigkeit und Strukturwandel». Innerhalb dieses Themenfelds werden Analysen zur internationalen Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Agrarwirtschaft sowie zur regionalen und betrieblichen Entwicklung des

Strukturwandels in der deutschen Landwirtschaft durchgeführt. Schliesslich werden die Folgen politischer Massnahmenoptionen (Veränderung der politischen und rechtlichen Rahmenbedingungen) auf die Wettbewerbsfähigkeit und den Strukturwandel untersucht. Im Themenfeld «Einkommen und Beschäftigung» untersucht das Fachinstitut Betriebswirtschaft die Einkommensentwicklung in der Landwirtschaft anhand der Buchhaltungsdaten des Testbetriebsnetzes (Johann Heinrich von Thünen-Institut, 2014; Wissenschaftsrat, 2015). Hauptadressat des Thünen-Instituts ist die Politik; die Beratung von Unternehmen gehört nicht zu seinen Aufgaben, jedoch können derartige Dienstleistungen als Nebenprodukt anfallen (Wissenschaftsrat, 2015).

Das Thünen-Institut koordiniert das internationale Netzwerk *agri benchmark* (www.agribenchmark.org), in welchem anhand typischer Betriebe Vergleiche von Produktionssystemen und Produktionskosten in sieben Bereichen, darunter Rind-, Schaf- und Schweinefleisch sowie Ackerbau durchgeführt werden. *Agroscope* beteiligt sich an der Obstbau-Auswertung. Die Bearbeitung fokussiert auf spezifische Betriebszweige oder Produktionssysteme (z.B. Wettbewerbsfähigkeit des ökologischen Ackerbaus). Das International Farm Comparison Network (IFCN, www.ifcndairy.org) vergleicht die Kosten für die Milchproduktion und besteht aus weltweit 90 Forschungspartnern, darunter *Agroscope*. Die Wettbewerbsfähigkeit und damit verbundene Themen, wie die Analyse der Produktionskosten werden in Deutschland v.a. durch die Ressortforschung der Länder behandelt (z.B. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft in Weihenstephan [LfL] oder Landesanstalt für Entwicklung der Landwirtschaft und der ländlichen Räume, Schwäbisch Gmünd [LEL]). Im universitären Bereich erfahren diese Fragestellungen keine grosse Aufmerksamkeit.

Universitäre Forschungsschwerpunkte im Gebiet der landwirtschaftlichen Betriebslehre in Deutschland sind die Risiken der landwirtschaftlichen Produktion (Wetter-, Ertrags- und Marktrisiko), der landwirtschaftliche Strukturwandel, die Anpassung an den Klimawandel, erneuerbare Energien sowie der Bodenmarkt. Verschiedene Universitäten in Deutschland beschäftigten sich mit Fragen der Wettbewerbsfähigkeit; dabei handelt es sich meist um sektorale Analysen (Hess, 2014; Pieralli *et al.*, 2014), während Fragestellungen zur einzelbetrieblichen Wettbewerbsfähigkeit nur vereinzelt durchgeführt wurden (Bemmann und Butler Manning, 2013; Pelka *et al.*, 2015). Effizienzanalysen wurden für verschiedene Bereiche durchgeführt (z.B. Allendorf und Berg, 2014; Sauer und Latacz-Lohmann, 2015; Tiedemann *et al.*, 2011), jedoch nur selten mit der Analyse der Wirtschaftlichkeit verknüpft (Kellermann *et al.*, 2011). Vereinzelt werden auch Themen des Agribusiness, wie die Analyse von Wertschöpfungsketten, die Vertragsgestaltung in der Landwirtschaft oder das Personalmanagement behandelt.

In Österreich sind die Bundesanstalt für Agrarwirtschaft sowie die Universität für Bodenkultur Wien (BOKU) relevant. Die Ressortforschungseinrichtung differenziert ihre Arbeit in Forschungs- und Grundlagenprojekte. Arbeiten zur Wettbewerbsfähigkeit der österreichischen Landwirtschaft, wie z.B. die Auswertung von Daten aus der Arbeitskreisberatung (Marktfreuchtbau, Schweine – bei letzteren ist eine Ausweitung zur Betriebszweiganalyse diskutiert) oder der Beitrag zum IFCN fallen in den Bereich Grundlagenprojekte (Bundesanstalt für Agrarwirtschaft, 2015). Für das Thema einzelbetriebliche Wettbewerbsfähigkeit relevante Forschungsprojekte werden gegenwärtig nicht ausgeführt. Das Institut für Agrar- und Forstökonomie der BOKU forscht und veröffentlicht zur landwirtschaftlichen Betriebslehre in Bezug auf den Strukturwandel im Zusammenhang mit der Investitionsförderung (Kirchwegger und Kantelhardt, 2015). Analysen der Produktionskosten und auch der Wettbewerbsfähigkeit sind nicht dokumentiert. Schliesslich hat die Universität Wien kürzlich eine Literaturreview u.a. zu den Themen Strategien zur Verbesserung der Nachhaltigkeit und Innovationen auf Familienbetrieben erstellt (Suess-Reyes und Fuetsch, 2016).

Welchen Stellenwert haben die Kernthemen dieses strategischen Forschungsfelds, die Struktur- und Betriebsentwicklungsstrategien und die einzelbetriebliche Wettbewerbsfähigkeit, innerhalb der Agrarökonomie? Praxisnahe Fragestellungen wie jene der Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit werden nur spärlich bearbeitet. Auch bei agrarökonomischen Tagungen spielen praxisnahe Themen eine untergeordnete Rolle, ihr Anteil bei den Contributed Papers dürfte unter einem Fünftel liegen¹⁵. Diese Situation hängt mit der Entwicklung der universitären Agrarökonomie in den letzten zwei Jahrzehnten zusammen, bei der die Ausrichtung auf die quantitative Methodenentwicklung im Vordergrund steht. Als Bundesforschungsanstalt mit Schwerpunkt auf der angewandten Forschung, kann *Agroscope* im Rahmen des SFF 13 sowohl die Bedürfnisse der Praxis (z.B. Kenntnisse zu den Kosten auf Betriebszweigebeine) berücksichtigen als auch wissenschaftlich und politisch relevante Fragestellungen zu Themen wie der wirtschaftlichen Nachhaltigkeit und Resilienz von Betrieben bearbeiten.

¹⁵ Die Tagungen der Schweizerische Gesellschaft für Agrarwirtschaft und Agrarsoziologie (SGA), beschäftigte sich im Jahr 2015 in einer Session mit dem Strukturwandel (Betriebsaufgabe, Wachstumsstrategien) und im Jahr zuvor im Rahmen eines World Cafés mit Wachstumsstrategien. Themen des Forschungsfeldes i.e.S. wurden von *Agroscope* präsentiert. Auf der Tagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues im Jahr 2015, GEWISOLA, wurden betriebswirtschaftliche Themen zur Produktivität und zur Effizienz mit gewisser Relevanz zum Forschungsfeld präsentiert. Im Jahr zuvor wurden betriebswirtschaftliche Vorträge zu Wachstumsstrategien, der Eigenmechanisierung und zur Diversifikation sowie Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen von nachwachsenden Rohstoffen gehalten. Auf der vorletzten Jahrestagung der Österreichischen Gesellschaft für Agrarökonomie (ÖGA), befasste sich ein Beitrag mit einer forstlichen Betriebszweigabrechnung (Toscani *et al.*, 2014), daneben wurden Fragestellungen der Effizienz (auch von *Agroscope*) und Kostenanalysen (insbes. der Milchproduktion) behandelt.

Farm Accountancy Data Network

Die meisten OECD-Länder ermitteln die Einkommenssituation in der Landwirtschaft über Testbetriebsnetze (in der EU als Farm Accountancy Data Network, FADN, bekannt). Die Systeme sind stark national geprägt und es besteht ein jährlicher Austausch im Rahmen des Pacioli-Netzwerks (www.pacioli.org). Obwohl seitens des Statistikcodexes der EU wie auch der Schweiz die Forderung nach einer zufälligen Auswahl der erfassten Landwirtschaftsbetriebe besteht, sind die Länder mit einer zufälligen oder zumindest teilweise zufälligen Betriebsauswahl klar in der Minderheit. Das System in der Niederlande mit einer Zufallsstichprobe gilt als vorbildlich, aber auch als teuer.

Das im Kalenderjahr 2016 erstmals verwendete Erfassungssystem mit zwei Stichproben für die Buchhaltungsdaten erfüllt die Forderung nach einer Zufallsstichprobe (Stichprobe Einkommenssituation) und ist gleichzeitig deutlich günstiger als jenes der Niederlande. Entsprechend ist das Erfassungssystem von Agroscope bezüglich dem Kosten-/Leistungsverhältnis führend. Die Erfahrungen von Agroscope mit der Zufallsstichprobe Einkommenssituation sowie der Stichprobe Betriebsführung sollen in den internationalen Diskurs zu FADN-Erfassungssystemen eingebracht und die wissenschaftliche Zusammenarbeit in diesem Themengebiet intensiviert werden.

Drei Fragen

Die drei wichtigsten Fragen, die sich national und international zur Thematik des SFF stellen, sind:

- Frage 1: Welche Struktur- und Betriebsentwicklungsstrategien sind erfolgsversprechend und erlauben es den Betrieben, durch die Umsetzung von Innovationen in den Bereichen Produktionstechnik und Organisation mittel- und langfristig, auch in offen(er)en Märkten und unter erhöhten umweltpolitischen und gesellschaftlichen Anforderungen nachhaltig zu wirtschaften?
- Frage 2: Welches sind die wichtigsten Einflussfaktoren auf Struktur, Betriebsausrichtung, Resilienz und Wirtschaftlichkeit?
- Frage 3: Wie gestalten sich Kosten und Nutzen auf den Stufen Betrieb, Betriebszweig und Verfahren von Innovationen wie dem Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnik, von Massnahmen zur Steigerung der Ressourceneffizienz oder von zusätzlichen Regelungen zur Verringerung von unerwünschten Umweltwirkungen?

Stellung und Positionierung von Agroscope im Forschungsfeld

Agroscope ist Hauptansprechpartner des BLW für Forschungsfragen der Wettbewerbsfähigkeit und in der vorteilhaften Lage, dass Forschung in den Bereichen Pflanzenbau, Tierhaltung und Lebensmittel, aber auch Agrarökonomie, unter einem Dach zusammengefasst ist. Neben den bereits vorhandenen Agroscope-internen Kooperationen besteht weiteres Synergiepotenzial, insbesondere im Hinblick auf den wirtschaftlichen Aspekt der Entwicklung nachhaltiger Strategien für die Schweizer Landwirtschaft.

Bezüglich der Positionierung von Agroscope im internationalen Forschungsfeld ist sicher das auf den Buchhaltungen der Zentralen Auswertung basierende Auswertungssystem hervorzuheben, das es u.a. erlaubt, die Kosten-/Leistungsrechnungen mittels Maximum Entropie-Verfahren (Lips, 2017) für alle Betriebszweige zu erstellen. Damit steht eine Datenbasis auf Ist-Kostenbasis zur Verfügung, die einzigartig ist und die eine vielversprechende Basis für die oben genannten Fragestellungen bietet. In einer ersten Auswertung (Zorn *et al.*, 2015) konnte die enorme Heterogenität zwischen den Betrieben aufgezeigt werden, welche nun mit weiteren detaillierten Analysen erklärt werden soll. Erste Resultate von Kosten-/Leistungsrechnungen auf Betriebszweigebene für Ackerkulturen weisen darauf hin, dass die Heterogenität auf der Leistungsseite ebenfalls erheblich ist (Hoop *et al.*, 2017). Diese grundlegenden Analysen ermöglichen es erst, eine Diskussion über die Unterschiede von ähnlich grossen Betrieben zu führen und politikrelevante Schlussfolgerungen hinsichtlich der wirtschaftlichen Nachhaltigkeit und Resilienz von Betrieben zu ziehen.

Um die unterschiedlichen Themenbereiche mit den bestehenden Ressourcen bestmöglich bearbeiten zu können, werden Kooperationen mit anderen Forschungsgruppen im In- und Ausland eingegangen. Ein wichtiges und bewährtes Vorgehen ist es, die Buchhaltungsdaten zur Verfügung zu stellen und gemeinsam auszuwerten sowie die datenspezifischen Kenntnisse in die Auswertungen einzubringen. Die Sichtbarkeit der Arbeiten des SFF 13 wird durch die gemeinsam erstellten Publikationen erhöht und das Forschungsfeld kann umfassender bearbeitet werden, als dies ohne Kooperationen der Fall wäre.

Wissenschaftliche Ziele und Forschungsfragen

Die Erhebung der Einkommen (u.a. Landwirtschaftliches Einkommen) mittels Zufallsstichprobe erfolgt jährlich. Bezüglich des Erfassungssystems steht nach erfolgter Reform die Konsolidierung an, zu der eine umfassende Dokumentation gehört.

Unter anderem werden die Buchhaltungsdaten der Zentralen Auswertung verwendet, um die folgenden Forschungsfragen in Bezug auf eine Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit zu analysieren:

1. Welche Betriebsstrategien sind im Hinblick auf die zukünftigen Rahmenbedingungen – wie beispielsweise offen(er)en Märkten – erfolgreich? Wie hoch sind die potenziellen Kosteneinsparungen bzw. Steigerung der

Leistungen, wenn die Betriebe bzw. die Betriebszweige wachsen und/oder diversifiziert bzw. spezialisiert werden?

2. Welches sind die wichtigsten Einflussfaktoren auf Struktur und Betriebsausrichtung (Grösse, Betriebstyp, Produktionstechnik, ausserlandwirtschaftliche Tätigkeit), die Resilienz (u.a. finanzielle Stabilität über die Jahre bei zunehmender Preisvolatilität) und die Wirtschaftlichkeit (Kosten und Leistungen)? Wie gross sind die Skaleneffekte bei den wichtigsten Betriebszweigen (Milch, Rindvieh- und Schweinemast, Ackerbau)?

In enger Zusammenarbeit mit produktions- und umweltorientierten Forschungsgruppen von Agroscope sollen die folgenden Fragen bearbeitet werden:

3. Wie gestalten sich Kosten und Nutzen von Innovationen auf Stufe Betrieb, Betriebszweig oder Verfahren wie des Einsatzes von Informations- und Kommunikationstechnik (ICT, Precision Agriculture oder Smart Farming), Massnahmen zur Steigerung der Ressourceneffizienz (z.B. Einsatz von Stickstoffdünger und Pflanzenschutzmitteln, Einsatz von technischen Neuerungen), zusätzlichen Regelungen zum Schutz der Umwelt (z.B. Förderung der Biodiversität durch Ackerblühstreifen) oder eine Verbesserung des Tierwohls?

Praktischer Nutzen der Aktivitäten im Forschungsfeld und wichtigste Outcomes

Die Ergebnisse der drei Forschungsfragen erlauben das Ableiten von Schlussfolgerungen für die Praxis und die Gestaltung der Sektoralpolitik. Sie stellen einen wichtigen Beitrag dar, um die Wettbewerbsfähigkeit der Betriebe zu verbessern. Die Aussicht besteht, dass sich dank spezifischer Auswertungen der Buchhaltungsdaten der aktuelle betriebswirtschaftliche Diskurs von Betriebsleitenden und Beratern weiterentwickelt und sich als Folge davon der allgemeine praxisbezogene Wissensstand über die Reduktion von Kosten und die Steigerung der wirtschaftlichen Leistung verbessert. Die in der Stichprobe Betriebsführung erfassten Angaben sind zudem von grosser Bedeutung für die Beratung, die Verwaltung und die Forschung indem sie zeigen, welche Betriebsentwicklungsstrategien, Produktionsverfahren und Organisationsformen die Wettbewerbsfähigkeit erhöhen.

Die jährliche Auswertung der Einkommensentwicklung stellt für alle agrarpolitischen Akteure eine grundlegende Information dar und ermöglicht eine gezielte Optimierung der agrarpolitischen Rahmenbedingungen im Hinblick auf eine nachhaltige Schweizer Landwirtschaft.

Was ist neu im Forschungsfeld?

Gegenüber dem laufenden Arbeitsprogramm ist neu:

- Analyse von Betriebsstrategien anhand von Buchhaltungsdaten
- Analyse der Determinanten von Struktur und Betriebsausrichtung (Grösse, Betriebstyp, Produktionstechnik, ausserlandwirtschaftliche Tätigkeit), Resilienz (u.a. finanzielle Stabilität über die Jahre) und Wirtschaftlichkeit (Kosten und Leistungen). Letztere wird auch auf Stufe der wichtigsten Betriebszweige untersucht.
- Analyse der Kosten und des Nutzens von Innovationen auf Stufe Betriebszweig oder Verfahren wie der Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnik (ICT, Precision Agriculture oder Smart Farming), Massnahmen zur Steigerung der Ressourceneffizienz (z.B. Einsatz von Stickstoffdünger und Pflanzenschutzmitteln), Förderung der Biodiversität (z.B. Ackerblühstreifen) oder des Tierwohls. Dies beinhaltet auch neue Kooperationen mit Forschungsgruppen, die derzeit in den drei Instituten für Pflanzenbauwissenschaften, Nutztierwissenschaften und Lebensmittelwissenschaften angesiedelt sind.

Positionierung des SFF im Dreieck «Markt für Primärprodukte», «Betrieb» und «Ressourcen für die Produktion»

Das SFF bezieht sich hauptsächlich auf betriebswirtschaftliche Fragestellungen und leistet einen konkreten Beitrag zur wettbewerbsfähigen Produktion. Durch die Analyse des Haushaltseinkommens wird auch die Ebene der Familie bearbeitet. Die für die Produktion benötigten Ressourcen Arbeit, Kapital und Boden fliessen in die wirtschaftliche Beurteilung ein. Die natürlichen Ressourcen werden durch unterschiedlich ressourcenschonende Verfahren berücksichtigt.

Inhaltliche Schnittstellen zu den weiteren Forschungsfeldern

- **SFF 14** «Nachhaltigkeit und Ökoeffizienz der Landwirtschaft bewerten und Verbesserungsmöglichkeiten aufzeigen»; Ökologische Auswirkungen neuer Technologien und Nachhaltigkeitsbewertung
- **SFF 1** «Multifunktionale Graslandnutzung und Viehhaltung optimieren und aufeinander abstimmen»; Skaleneffekte für Betriebszweige Futterbau, Milchproduktion und Mutterkuhhaltung; technischer Fortschritt in diesem Bereich
- **SFF 2** «Ressourceneffiziente Anbaumethoden und -systeme für den Ackerbau und die Spezialkulturen entwickeln»; Skaleneffekte bei Ackerkulturen, technischer Fortschritt in diesem Bereich
- **SFF 5** «Nachhaltigen, risikoarmen Pflanzenschutz entwickeln»; Wirtschaftlichkeitsrechnungen für unterschiedliche Pflanzenschutzstrategien

- **SFF 6** «Tiergerechte Haltung und Tiergesundheit stützen und fördern»; Skaleneffekte für Betriebszweige der Tierhaltung; technischer Fortschritt in diesem Bereich
- **SFF 12** «Strategische Erfolgspositionen der Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft in offenen Märkten aufzeigen»; Daten der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten, Modellierung von unterschiedlichen Ausprägungen des Strukturwandels
- **SFF 11** «Produktionssysteme durch Smart Farming optimieren»; Wirtschaftliche und strukturelle Auswirkungen neuer Technologien
- **SFF 16** «Vielfalt der Arten und Lebensräume der Agrarlandschaft fördern und nutzen»; Wirtschaftlichkeitsrechnungen für unterschiedliche Pflanzenschutzstrategien
- **SFF 17** «Die Landwirtschaft für den Klimawandel fit machen und ihren Beitrag zum Klimawandel vermindern»; Simulieren von klimatischen Änderung anhand von Kosten-/Leistungsrechnungen von Ackerkulturen

Bestehende und neu geplante Zusammenarbeiten mit anderen Forschungsinstitutionen

- ETH Zürich; Einsatz von Pflanzenschutzmitteln, Risikoanalyse
- FiBL; NFP69 (nachhaltige Fleischproduktion)
- Universität St. Gallen; Unternehmensbewertung in der Landwirtschaft
- Universität Hohenheim; Investitionen in Hochbauten
- Für Buchhaltungsnetze verantwortliche Institutionen im Rahmen des Pacioli-Netzwerkes
- Landwirtschaftliche Forschungsinstitutionen im Rahmen von fremdfinanzierten Projekten (z.B. Horizon 2020)
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD, Paris); Diversifikations- und Flexibilitätsanalyse

Literatur

- agri benchmark, 2015. Beef and Sheep Report 2015, in: agri benchmark (Ed.). Thünen Institut, Braunschweig.
- Allendorf, J. & Berg, E., 2014. Etablierung der Effizienzanalyse mittels DEA zur Verbesserung der Aussagefähigkeit von Betriebsanalysen in der Milchviehhaltung Nordrhein-Westfalens, in: Bonn, U. (Ed.), Schriftenreihe des Lehr- und Forschungsschwerpunktes USL. Landwirtschaftliche Fakultät der Universität Bonn, p. 150.
- Bemann, A. & Butler Manning, D., 2013. Energieholzplantagen in der Landwirtschaft eine Anleitung zur Bewirtschaftung von schnellwachsenden Baumarten im Kurzumtrieb für den Praktiker. Agrimedia, Clenze.
- Bowman, M. S. & Zilberman, D., 2013. Economic Factors Affecting Diversified Farming Systems. Ecology and Society 18 (1).
- Bundesanstalt für Agrarwirtschaft, 2015. Tätigkeitsbericht 2014. Tätigkeitsbericht / Bundesanstalt für Agrarwirtschaft.
- Chavas, J.-P., 2001. Chapter 5 Structural change in agricultural production: Economics, technology and policy. In: Handbook of Agricultural Economics. Volume 1, Part A, Elsevier, 263–285.
- Chavas, J. P., 2008. On the economics of agricultural production. Australian Journal of Agricultural and Resource Economics 52 (4), 365–380.
- Chavas, J. P., 2011. On the microeconomics of diversification under learning. Journal of Economics 104 (1), 25–47.
- Dabbert, S. & Braun, J., 2012. Landwirtschaftliche Betriebslehre – Grundwissen Bachelor. Ulmer, Stuttgart.
- Ferjani, A., Zimmermann, A. & Roesch, A., 2015. Determining factors of farm exit in agriculture in Switzerland. Agricultural Economics Review 16 (1), 59–72.
- FiBL, 2014. Departement für Sozioökonomie. FiBL, Frick.
- Gabler Wirtschaftslexikon, o.J. Internationale Wettbewerbsfähigkeit Springer Gabler Verlag, Wiesbaden.
- Hansson, H., Ferguson, R. & Olofsson C., 2010. Understanding the diversification and specialization of farm businesses. Agricultural and Food Science 19 (4), 269–283.
- Hess, S., 2014. The Role of Trade-in-Tasks For the Competitiveness of the European Pig Industry, in: Mußhoff, O., Brümmer, B., Hamm, U., Marggraf, R., Möller, D., Qaim, M., Spiller, A., Theuvsen, L., von Cramon-Taubadel, S., Wollni, M. (Eds.), 54. GEWISOLA-Tagung «Neuere Theorien und Methoden in den Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaus». GEWISOLA, Göttingen, pp. 3–14.
- Hoop, D., Spörri, M., Zorn, A., Gazzarin, C. & Lips, M., Kapitel 4, Wirtschaftlichkeitsrechnungen auf Betriebszweigebene, in Wirtschaftliche Heterogenität auf Stufe Betrieb und Betriebszweig, p.61–77. In Lips, M., (Ed.). 2017. Wirtschaftliche Heterogenität auf Stufe Betrieb und Betriebszweig, Agroscope Science Nr. 53, Ettenhausen.
- Jan, P., Dux, D., Lips, M., Alig, M., Dumondel, M., 2012a. On the link between economic and environmental performance of Swiss dairy farms of the alpine area. The International Journal of Life Cycle Assessment 17, 706–719.
- Jan, P., Lips, M. & Dumondel, M., 2012b. Total factor productivity change of Swiss dairy farms in the mountain region in the period 1999 to 2008. Review of Agricultural and Environmental Studies 93, 273–298.
- Johann Heinrich von Thünen-Institut, 2014. Thünen-Strategie 2014, in: Thünen-Institut (Ed.). Thünen-Institut, Braunschweig.

- Kellermann, M., Salhofer, K., Wintzer, W. & Stockinger, C., 2011. Der Zusammenhang zwischen technischer Effizienz und wirtschaftlichem Erfolg: eine Analyse für bayerische Milchviehbetriebe. *German Journal of Agricultural Economics* 60, 230–242.
- Kimura, S. & Thi C. L., 2013. *Cross Country Analysis of Farm Economic Performance*. OECD Publishing.
- Kirchweger, S. & Kantelhardt, J., 2015. The dynamic effects of government-supported farm-investment activities on structural change in Austrian agriculture. *Land Use Policy* 48, 73–93.
- Last, L., Buchmann, N., Gilgen, A.K., Grant, M. & Shreck, A., 2015. *Foresight Study: Research for a Sustainable Swiss Food System*. ETH, Zürich.
- Lips, M., 2017. Disproportionate allocation of indirect costs at individual-farm level using maximum entropy, *Entropy*, 19(9), 453
- Organisation for Economic Co-operation and Development, 2011. *Fostering Productivity and Competitiveness in Agriculture*. OECD Publishing, Paris.
- Pelka, N., Buchholz, M. & Mußhoff, O., 2015. Die gesamtbetriebliche Bewertung von Zuckerrüben mit dem Produktionsziel Biogas unter Berücksichtigung von Risiko. *Berichte über Landwirtschaft* 93.
- Pieralli, S., Hüttel, S. & Odening, M., 2014. Abandonment of milk production under uncertainty and inefficiency: The case of West German farms, 2014 Annual Meeting, July 27–29, 2014. *Agricultural and Applied Economics Association*, Minneapolis, Minnesota.
- Roesch, A., Zimmermann, A. & Ferjani A., 2013. Determining Factors of Structural Change in Agriculture in Switzerland. In: 19th International Farm Management Congress (Ed. International Farm Management Association), Warschau, 10 S.
- Sauer, J. & Latacz-Lohmann, U., 2015. Investment, technical change and efficiency: Empirical evidence from German dairy production. *European Review of Agricultural Economics* 42, 151–175. 10.1093/erae/jbu015.
- Suess-Reyes, J. & Fuetsch, E., 2016. The future of family farming: A literature review on innovative, sustainable and succession-oriented strategies. *Journal of Rural Studies* 47, 117–140.
- Tiedemann, T., Breustedt, G. & Latacz-Lohmann, U., 2011. Risikoberücksichtigung in der nicht parametrischen Effizienzanalyse: Auswirkungen auf die Effizienzbewertung von deutschen Schweinemastbetrieben. *German Journal of Agricultural Economics* 60, 215–229.
- Toscani, P., Sekot, W., Kirchweger, S., Eder, M. & Kantelhardt, J., 2014. Differenzierung der Buchführungsergebnisse anhand einer forstlichen Betriebszweigabrechnung, 24. Jahrestagung der Österreichischen Gesellschaft für Agrarökonomie, Tagungsband 2014. *ÖGA*, Wien, pp. 95–96.
- Urruty, N., Tailliez-Lefebvre, D. & Huyghe, C., 2016. Stability, robustness, vulnerability and resilience of agricultural systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 36 (1), 1–15.
- Vik, J. & McElwee, G., 2011. Diversification and the Entrepreneurial Motivations of Farmers in Norway. *Journal of Small Business Management* 49 (3), 390–410.
- Wissenschaftsrat, 2006. *Empfehlungen zur Entwicklung der Agrarwissenschaften in Deutschland im Kontext benachbarter Fächer (Gartenbau-, Forst- und Ernährungswissenschaften)*. Geschäftsstelle des Wissenschaftsrates, Köln.
- Wissenschaftsrat, 2015. *Stellungnahme zum Johann Heinrich von Thünen-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei (TI)*, Braunschweig. Geschäftsstelle des Wissenschaftsrates, Saarbrücken.
- Zimmermann, A. & Heckeley T., 2012. Structural Change of European Dairy Farms – A Cross-Regional Analysis. *Journal of Agricultural Economics* 63 (3), 576–603.
- Zorn, A., Hoop, D., Gazzarin, C. & Lips, M. 2015. Produktionskosten der Betriebszweige des kombinierten Betriebstyps Verkehrsmilch/Ackerbau, *Agroscope Science* Nr. 25.



Projekte des SFF 13:

Potenziale erkennen, um die Wettbewerbsfähigkeit der Landwirtschaftsbetriebe zu verbessern

Projets du CSR 13:

identifier les potentiels pour améliorer la compétitivité à l'échelle de l'exploitation

18.13.12.06.03	Analyse und Bewertung der Rentabilität der Obst- und Gemüseproduktion
18.13.20.02.01	Zentrale Auswertung von Buchhaltungsdaten
18.13.20.02.02	Wirtschaftlichkeitsanalyse



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.13.12.06.03

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

ProFruVeg

Nr. Bereich.

12 KB Pflanzen und pflanzliche Produkte

Nr. Gruppe

12.6 FG Extension Obstbau

Projektleitung/Stellvertretung

Esther Bravin / Katja Heitkämper

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	584
Beitrag zu SFF	13
Beitrag zu weitem SFF	2, 5, 11

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	3.87, 3.88, 3.89, 3.90, 12.78, 12.103, 12.105, 12.107, 13.77
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☐ ja ☒ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Wirtschaftlichkeit Obst- und Gemüsebau

Analyse und Bewertung der Rentabilität der Obst- und Gemüseproduktion

Profitability of fruit and vegetable production

profitability, income, horticulture, entrepreneurship

Ausgangslage und Problemstellung

Rund 5'500 Betriebe produzieren in der Schweiz Obst und Gemüse und tragen damit einen grossen Teil zur Wertschöpfung der Schweizer Landwirtschaft bei. Die Produktion von Spezialkulturen ist, bedingt durch hohe Investitionen, einen hohen Krankheits- und Schädlingsdruck und die Witterungsabhängigkeit, mit einem hohen Risiko verbunden. Die Betriebsleiter sind mit wichtigen Management-Entscheidungen konfrontiert: Sorten- und Kulturwahl, Mechanisierungsart und -grad, Vermarktungsart, Wahl der Arbeitskraft, usw. Aufgrund von Konsumtrends (mehr Südrüchte, Convenience, Einkaufstourismus, etc.) und der Tendenz von Überschüssen kommen die Produzenten immer mehr unter wirtschaftlichen Druck. Die Durchschnittspreise sinken ohne eine Reduktion der Produktionskosten. Die Produktion von Obst und Gemüse wird durch die Beschränkung der Importe (Zollkontingente) stark gestützt. Änderungen der Marktordnung und vor allem eine Lockerung des Grenzschutzes wäre kurzfristig für die Obst- und Gemüseproduzenten in der Schweiz nicht tragbar und längerfristig eine grosse Herausforderung. Obst und Gemüse sind arbeits- und kapitalintensive Kulturen mit einer langen Nutzungsdauer der Investition, die stark auf Veränderungen der Rahmenbedingungen reagieren. Obst- und Gemüsebau stehen aufgrund der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln aus ökologischer Sicht im Fokus.

Aus diesen Gründen bestehen seitens der Obst- und Gemüsebranche umfangreiche Bedürfnisse zur Analyse von betriebs- und arbeitswirtschaftlichen Fragestellungen, nicht zuletzt auch aufgrund des fortwährenden technischen Fortschrittes. Der Obst- und Gemüsebau zeichnet sich aus durch die grosse Anzahl verschiedener Pflanzenkulturen und die produktionstechnische Vielfalt. Um alle Bereiche abzudecken, ist umfangreiches Kennzahlenmaterial erforderlich.

Wirtschaftlichkeit Obst und Gemüse: Arbeiten bei Agroscope

Die Einbettung der beiden Extension-Gruppen Obst und Gemüse in einen Forums-Prozess, in welchem die Praxis und Beratung direkt eigene Themen einbringen können, ermöglicht die unmittelbare Aufnahme der aktuellen Bedürfnisse in dieses Projekt.

Obstbau

Mit dem bereits bestehenden Betriebsnetz Support Obst Arbo (SOA) können fundierte produktionstechnische und betriebswirtschaftliche Zahlen aus der Obstbaupraxis gesammelt und evaluiert werden. Agroscope erhebt seit 1997 in diesem Betriebsnetz Daten in elektronischer Form. Das Projekt Support Obst Arbo (SOA) wird seit 2004 als gemeinsames Projekt von Agroscope (FG Extension Obstbau) und AGRIDEA durchgeführt. SOA fungiert als Drehscheibe zwischen Beratung, Forschung und Praxis und unterstützt die Obstproduzenten mit Bewertungen betriebswirtschaftlicher Kennzahlen (z.B. bezüglich Rentabilität und Tragbarkeit von Investitionen). Agroscope stellt für die Praxis und die Beratung verschiedene Instrumente (Arbokost und ArboPlus) für die Bewertung der individuellen wirtschaftlichen Situation und die Bewertung von Szenarien zur Verfügung.

Gemüsebau

Im Gemüsebau gibt es auf nationaler Ebene die Arbeitsgruppe Betriebswirtschaft der Schweizerischen Zentralstelle für Gemüsebau (SZG), welche mithilfe von Expertenschätzungen die Grundlagen für Vollkostenrechnungen für eine Vielzahl von Gemüsekulturen zusammenstellt. Im Falle von agrarökonomischen Studien über neue Anbausysteme und Technologien ist diese Arbeitsgruppe auf die Unterstützung und den Input von Agroscope angewiesen.

Ziele und Forschungsfragen

Beurteilung der Wirtschaftlichkeit von Kulturführungsmassnahmen im Obst- und Gemüsebau. Förderung einer rentablen und auf internationalem Niveau wettbewerbsfähigen Obst- und Gemüseproduktion in der Schweiz, unter Berücksichtigung von relevanten Änderungen der Rahmenbedingungen.

Folgende Ziele werden verfolgt:

1. Monitoring und Tools

- 1.a Kontinuierliche Evaluation der betriebswirtschaftlichen Situation des Schweizer Obstbaus mit SOA-Daten (gemäss SOA-Vereinbarung) und des Gemüsebaus mit Daten aus der Stichprobe Einkommenssituation der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten [3.88, 3.89].
- 1.b Unterstützung der Beratung und der Branche bei der Bewertung der ökonomischen Situation auf Betriebsebene, sowie Unterstützung des Betriebsleiters in Managementfragen mithilfe von Instrumenten zur Entscheidungsfindung.
- 1.c In Zusammenarbeit mit der FG Arbeit, Bau und Systembewertung: Vervollständigung des Arbeitsvoranschlags mit arbeitswirtschaftlichen Kennzahlen für den Gemüsebau [3.87, 3.88, 3.89, 12.103, 12.105].
- 1.d Evaluation der internationalen Wettbewerbsfähigkeit des Schweizer Obstbaus [Projekt agri-benchmark].

2. Bewertungen von innovativen Verfahren

- 2.1 Betriebs- und arbeitswirtschaftliche Analysen des Anbauverfahrens von ausgewählten Sorten [SFF 2, Sortenprüfung Obst, 18.03.12.6.04] bzw. verschiedener Obst- und Gemüsekulturen [3.88, 3.89]. Miteinbezug von Pflanzenschutzstrategien [SFF 5, Obstkrankheiten Pilze], Unkrautbekämpfung (inkl. Mechanische Unkrautbekämpfung [12.78]) [SFF2, Praxisupport Obst 18.02.12.6.01], Bewässerung (inkl. sensorgesteuerte Bewässerung [12.107, 13.77]), Düngung sowie Ausdünnung [SFF2, Praxisupport Obst 18.02.12.6.01], um Möglichkeiten von Kostensenkungen bzw. Produktivitätssteigerungen aufzuzeigen [3.87, 3.89, 12.103, 12.105].
- 2.2 Regelmässige Aktualisierung des Maschinenkostenberichtes mit neuen Maschinen und Geräten für Spezialkulturen [3.90, 3.19] insbesondere des Hackroboters (Anbaumaschinen und selbstfahrend), wobei die zentralen Kennzahlen (u.a. Reparatur- und Unterhaltsfaktor) anhand von Praxisbeispielen abgeschätzt werden.
- 2.3 Aktualisierung und Veröffentlichung der Publikation Bewertung der Obstkulturen [Forumprojekt Extension Obstbau].

3. Entwicklung des Umfeldes

- 3.1 Bewertung der Schäden durch neue Krankheiten, Schädlingen und Klimaänderung (z.B. mehr Hitze- und Frostperioden) und der entsprechenden vorbeugenden Massnahmen.
- 3.2 Erstellung einer Foresight Studie und Erarbeitung von Empfehlungen für Praxis, Beratung Politik, und Vollzug für eine wirtschaftliche, nachhaltige Schweizer Obstproduktion [SFF 2]. Erarbeitung von kulturbezogenen, betriebswirtschaftlichen Empfehlungen für den Gemüsebau [3.87, 3.88, 3.89, 12.103, 12.105].

4. Produktdifferenzierung

Analyse von Möglichkeiten der Produktdifferenzierung innerhalb der Wertschöpfungskette Obst sowie ökonomischen Bewertungen in Zusammenarbeit mit der Obstsortenprüfung [SFF 2, Sortenprüfung-Obst, 18.03.12.6.04] und der Apfelzüchtung [SFF 3, Obstzüchtung, 18.03.14.2.01].

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 13 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Betriebs- und arbeitswirtschaftliche Kennzahlen bilden die Grundlage für eine Analyse der Wirtschaftlichkeit sowohl auf Stufe Betriebszweig, als auch auf Stufe Produktionsverfahren. Die Kennzahlen, die im Rahmen der geplanten

Aktivitäten zur Wirtschaftlichkeit im Obst- und Gemüsebau erarbeitet werden, leisten einen wesentlichen Beitrag zur Einordnung von Struktur- und Betriebsentwicklungsstrategien.
Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)
zu SFF Nr. 2: Die ökonomische Bewertung von verschiedenen Verfahren fördert die ressourcen-schonende Produktion mit Entscheidungsgrundlagen im Bereich Obst- und Gemüsebau.
zu SFF Nr. 5: Ausgewählte Pflanzenschutzverfahren werden aus ökonomischer Sicht evaluiert und mit Standardverfahren verglichen. Mit dem Projekt werden ökonomische Aspekte der Nachhaltigkeit von innovativen Pflanzenschutzverfahren geprüft.
zu SFF Nr. 11: Bereitstellung von arbeitswirtschaftlichen Kennzahlen zu Smart Farming Technologien (Hackroboter) [12.78]

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)
1. Monitoring und Tools Im Projekt Support Obst Arbo werden Daten von Biobetrieben aufgenommen und analysiert. Die Tools Arbokost und Arboplus beinhalten Varianten für die Bio-Obstproduktion. 2. Bewertungen von innovativen Verfahren Im Rahmen der geplanten Untersuchungen werden auch Arbeitsverfahren analysiert, die im Biolandbau zur Anwendung kommen (z.B. mechanische Unkrautbekämpfung, siehe Ziele 2.1). 3. Entwicklung des Umfeldes Die Bewertungen beinhalten Varianten für den Bio-Anbau, wenn genügend Bio-Betriebe Zahlen für die Bewertungen liefern. 4. Produktdifferenzierung Anwendungen speziell für die Bioproduktion werden separat erwähnt.

Material und Methoden (grob skizziert)
1. Monitoring und Tools Die Datenbank des Projektes SOA beinhaltet Daten ab 1997 zum Aufwand (Zeit und Kosten) pro Schlag (inkl. Investition), und Ertrag für rund zwanzig Obstbaubetriebe. Gemeinsam mit AGRIDEA sammeln wir jährlich neue Daten derselben Betriebe. Wir bewerten die Daten aggregiert pro Jahr mit Kosten/Leistungsrechnungen, Investitionsrechnungen und Benchmark Vergleichen. Wir verwenden diese Daten sowie Expertenschätzungen auch, um die Arbokost-Versionen (Apfel, Bio-Apfel, Kirschen, Zwetschgen und Aprikosen) zu aktualisieren, welche es ermöglichen die Mittelflussrechnungen zu erstellen. Mit den SOA Zahlen erstellen wir jährlich Regressionen, um die Produzentenpreise vor der Ernte zu schätzen. Mit den Daten aus der Stichprobe Einkommenssituation der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten führen wir deskriptive Analysen durch, um die Entwicklung der Gemüsebaubetriebe aufzuzeigen. Wenn nötig vervollständigen wir die Datenquelle mit Expertenschätzungen. Die arbeitswirtschaftlichen Kennzahlen erheben wir mittels standardisierter Methode (Arbeitselementmethode nach REFA) und Excel basierter Modellkalkulation. 2. Bewertungen von innovativen Verfahren Für die Bewertung von innovativen Verfahren verwenden wir Daten aus Versuchs-Parzellen, Expertenschätzungen und bereits existierende Tools (z.B Arbokost für Obst und Profikost für Gemüse). Die Schäden im Fall von Rodung im Rahmen der Publikation „Bewertung der Obstkultur“ werden mit der Methode der Restnutzungsdauer berechnet. 3. Entwicklung des Umfeldes Je nach Bedarf werden in diesem Bereich Interviews, Umfragen oder Workshops durchgeführt um dann mit statistischen Auswertungen oder Kosten/Leistungsrechnungen für Obst und Gemüse die Folgen von Änderungen des Umfeldes (z.B Krankheiten, Schädlinge, Klimawandel oder auch Änderungen der Marktordnung) bewertet. Eine Foresight-Studie hilft Ereignisse zu antizipieren und ermöglicht es, Strategien zu entwickeln, welche die Resilienz fördern können. 4. Produktdifferenzierung Mit Umfragen, Workshops, Expertenschätzungen oder Literaturrecherche wird analysiert wie die qualitative Produktdifferenzierung gefördert und evaluiert werden kann, und wie die Obstbranche bei der Implementierung unterstützt werden kann.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Bravin E., Eicher O., Goldenberger M., Müller U., Hollenstein R., Linemann M., Maurer J., Mayor P., Thoss H., Mouron P., Rossier J. Bewertung der Obstkultur. Spezialpublikation (ehem. Flugschrift 61) 6. Auflage. Hrsg. Agroscope, Wädenswil. 2014, 1-36 S.
- Bravin E., Kuster T., Baumstreifenpflege im Obstbau. Früchte und Gemüse 3, 2017
- Dietiker D., Hanhart J. Bravin E.: Wirtschaftlichkeit von Hebebühnen, Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau 153, (1), 2017, 12-15
- Heitkämper, K., Stehle, T. and Schick, M., 2015. Working time requirement for different field irrigation methods. International Journal of Agricultural Management, Volume 4 Issue 2: 50-54, DOI: 10.5836/ijam/2015-02-02
- Knapp L., Meraner M., Finger R., Bravin E.: Umfrage Kirschessigfliege 2016: Kirschen, Zwetschgen und Trauben 153, (14), 2017, 13-15
- Mazzi D., Bravin E., Meraner M., Finger R., Kuske S. Economic Impact of the Introduction and Establishment of *Drosophila suzukii* on Sweet Cherry Production in Switzerland. Insects. 2017 Feb 8;8(1). pii: E18. doi: 10.3390/insects8010018.
- Zorn, A., Musa, T. and Lips, M., 2017. Costs of preventive agronomic measures to reduce deoxynivalenol in wheat. The Journal of Agricultural Science, 155 (7): 1033-1044.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet

(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Die Produktion von Obst und Gemüse ist einem hohen Krankheits- und Schädlingsdruck ausgesetzt und hängt stark von der Witterung ab. Um regelmässige hohe Erlöse zu fördern, sind grössere Investitionen und weitreichende Management-Entscheidungen erforderlich. Agroscope fördert mit Monitoring, Tools, Bewertungen und Analysen eine rentable und auf internationalem Niveau wettbewerbsfähige Produktion.

Die Produktion von Obst und Gemüse ist einem hohen Krankheits- und Schädlingsdruck ausgeliefert und hängt stark von der Witterung ab. Um regelmässige, qualitativ und quantitativ hochwertige Erträge zu fördern, sind grössere und langfristige Investitionen und weitreichende Management-Entscheidungen erforderlich. Seitens der Branche bestehen umfangreiche Bedürfnisse zur Analyse von betriebs- und arbeitswirtschaftlichen Fragestellungen. Agroscope stellt für die Praxis und die Beratung Instrumente (Arbokost, ArboPlus, Arbeitsvoranschlag) für die Bewertung der wirtschaftlichen Situation der Betriebe und die Bewertung von Szenarien zur Verfügung. Agroscope fördert mit Monitoring, Tools, Bewertung von innovativen Verfahren, Umfeldanalyse sowie mit der Produktdifferenzierung eine rentable und auf internationalem Niveau wettbewerbsfähige Produktion.

Genehmigung des Projektes

Datum: 28.10.2017	Visum FGL: bres
Datum: 28.10.2017	Visum FBL / KBL: elna
Datum: 28.10.2017	Visum V SFF: elna



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Projekt

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.13.20.02.01

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

ZA-BH

Nr. Bereich.

20

Wettbewerbsfähigkeit und Systembewertung

Nr. Gruppe

20.2

Betriebswirtschaft

Projektleitung/Stellvertretung

Markus Lips / Dierk Schmid

Projektdauer

4 Jahre

Projektstart

2018

Projektende

2021

Total Diensttage ohne Drittmittel	2351
Beitrag zu SFF	13
Beitrag zu weitem SFF	12, 14, 17

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	3.75, 3.85
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Zentrale Auswertung von Buchhaltungsdaten

ZA-BH

Swiss Farm Accountancy Data Network

FADN, agricultural income, income of annual family work unit

Ausgangslage und Problemstellung

Die Zentrale Auswertung von Buchhaltungsdaten nimmt das wirtschaftliche Monitoring der Schweizer Landwirtschaft auf einzelbetrieblicher Basis im Auftrag des Bundesamtes für Landwirtschaft wahr. Jährlich wird die Einkommensentwicklung ermittelt und der Öffentlichkeit kommuniziert. Diese Zahlen dienen als Datengrundlage für alle agrarpolitischen Akteure. Die rechtliche Grundlage für das Agrarmonitoring bildet die Verordnung über die Beurteilung der Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft (SR 919.118).

Nachdem 2016 erstmals die Berichterstattung der Einkommenslage auf Basis der zufälligen Stichprobe Einkommenssituation erfolgte, stehen Schlussarbeiten der Reform ZA2015 an, wie z.B. die Dokumentation der Methodik. Zudem gilt es die 2016 eingeführte Stichprobe Betriebsführung zu konsolidieren. Spezielle Aufmerksamkeit gilt der Beschaffung zusätzlicher qualitativer Daten, welche die Möglichkeit bieten, Unterschiede der Wirtschaftlichkeit zwischen den Betrieben zu erklären.

Im Weiteren gilt es, den Auftrag der Eidgenössischen Finanzkontrolle in Absprache mit dem BLW umzusetzen, wonach der Einfluss der grundlegenden Annahmen der Einkommensermittlung (z.B. verwendeter Zinssatz für Eigenkapital) zu untersuchen ist.

Die Daten der Zentralen Auswertung eine wichtige Grundlage, um mit ökonomischen Analysen Erkenntnisse bezüglich Produktivität, Betriebsstrategie und Risikoexposition zu gewinnen.

Ziele und Forschungsfragen

1. Einkommenssituation der Schweizer Landwirtschaft. Jährliche Veröffentlichung des landwirtschaftlichen Einkommens und des Arbeitsverdiensts für die gesamte Schweizer Landwirtschaft sowie die drei Regionen (Tal, Hügel und Berg) auf Basis der zufälligen Stichprobe Einkommenssituation. Neben der Publikationen zu jeweils aktuellen Themen der wirtschaftlichen Lage in der Landwirtschaft, werden die Betriebe mit sehr hohen und sehr tiefen Einkommen spezifisch ausgewertet [3.85]. Zudem wird das Erhebungs- und Auswertungskonzept punktuell aktualisiert und ergänzt. Wichtige

Themen sind die Erarbeitung von praxisrelevanten Kennzahlen und Interpretationshilfen oder die Prüfung des Einbezugs von juristischen Personen (u.a. Aktiengesellschaften). Darüber hinaus wird angestrebt, vermehrt ökonometrische Methoden (Zeitreihenanalyse) bei der jährlichen Auswertung der Buchhaltungsdaten einzusetzen. Ziel ist es dabei, längerfristige Trends zu identifizieren und auf ihre statistische Signifikanz zu überprüfen. Damit eröffnet sich die Möglichkeit, ergänzend zu der bisherigen zweijährigen Auswertungsperiode auch die Entwicklungen in einem längeren Zeitraum beschreiben zu können und damit einen Mehrwert für die agrarpolitischen Akteure und die Praxis zu generieren. Aufgrund der Tatsache, dass die Stichprobe Einkommenssituation erst 2015 eingeführt worden ist, könnte diese Ergänzung frühestens am Ende des Arbeitsprogramms umgesetzt werden.

2. Betriebswirtschaftliche Analysen. Jährliche Veröffentlichung von detaillierten Buchhaltungsergebnissen auf Betriebszweig- und Teilkostenebene der Stichprobe Betriebsführung, welche monetäre (Buchhaltungen) und nicht-monetäre Daten (z.B. Naturalerträge) von Schweizer Landwirtschaftsbetrieben umfasst. Diese Daten stehen der Agrarforschung, der Verwaltung auf Bundes- und Kantons-ebene, Praxisbetrieben, Schulen, Beratung, Treuhandstellen, Kreditkassen sowie Gerichten und Sozialversicherungen zur Verfügung. Spezifische Analysen können typischerweise zu folgenden Themen ausgeführt werden:

- Determinanten der Wirtschaftlichkeit von Betrieben (Struktur, Spezialisierung, Diversifizierung, Bio/ÖLN, soziodemografische Angaben wie Alter und Ausbildung)
- Politikberatung: Evaluation von agrarpolitischen Massnahmen, Sektormodellierung (SWISSland)
- Ökonomische und ökologische Performance (Verknüpfung zwischen ZA-BH und ZA-AUI). Die genaue Festlegung der Forschungsfragen wird in enger Absprache mit den ZA-AUI Kollegen/innen unter Betrachtung der verfügbaren Daten und der aktuellen umweltagrarpolitischen Fragestellungen erfolgen.
- Nachhaltigkeitsbewertung
- Investitionen und Investitionsförderung
- Einkommenssituation Haushalt (Bedeutung der verschiedenen Einkommensquellen, Vermögenssituation, Altersvorsorge)
- Internationale Vergleiche (Verkehrsmilchbetriebe für das International Farm Comparison Network)

Neben der in der Konsolidierungsphase üblichen Optimierung, wird die Integration zusätzlicher Kenngrössen, welche die Aussagekraft der Betriebsdaten hinsichtlich der Wettbewerbsfähigkeit der Betriebe verbessern abgeklärt (z.B. Produktionstechnik).

3. Überprüfung der Grundannahmen des Vergleichs von Einkommen in der Landwirtschaft einerseits und Einkommen in anderen Sektoren (insbesondere Kleingewerbe) und gegebenenfalls die Erarbeitung eines Vorschlags für eine rechtliche Präzisierung der Einkommensdefinition gemäss den Vorgaben der Eidgenössische Finanzkontrolle von 2011 (Eidgenössische Finanzkontrolle (2011), Empfehlung 4 auf Seite 3).

4. Ökonomische Performance, Risikoexposition und Resilienz. Mittels ökonometrischer Methoden werden mehrjährige Datenreihen analysiert. Der Schwerpunkt dieser Analysen wird auf der ökonomischen Performance (ökonomischer Erfolg und Produktivität), der Risikoexposition und der Resilienz der Betriebe liegen. Im Rahmen einer Zusammenarbeit mit der OECD werden anhand unterschiedlicher Produktionstechnologien (Sauer und Morrison, 2013) die wichtigsten Einflussfaktoren der Produktivität analysiert. Dies ist auch ein wichtiger Input für die Analyse von Betriebsstrategien im Projekt Profitability (18.13.20.2.2).

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 13 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Jährliche Veröffentlichung des landwirtschaftlichen Einkommens und des Arbeitsverdienst sowie ökonometrische Analysen bezüglich Produktivität, Betriebsstrategie und Risikoexposition.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 12: Analog zur bisherigen Datenlieferungen werden Buchhaltungsdaten für das sektorale Modell SWISSland bereitgestellt (Projekt Angebotsmodellierung, 18.12.20.1.1). Im Weiteren können aus den ökonometrischen Analysen zur Produktivität Annahmen für die zukünftige Produktivitätsentwicklung abgeleitet werden.

zu SFF Nr. 14: Einerseits besteht der Beitrag aus Daten und Wissen zu ökonomischen Aspekten für ZA-AUI-Betriebe für das Projekt Agrarumweltindikatoren (18.14.19.2.3). Andererseits bilden die Buchhaltungsdaten der Stichprobe Betriebsführung eine mögliche Ausgangsbasis, um Nachhaltigkeitsindikatoren für das Projekt SALCAsustain (18.14.19.7.2) zu berechnen.

zu SFF Nr.17: Naturalerträge aus der Zentralen Auswertung sowie damit verbundenes Wissen zu diesen Daten zur Kalibrierung, Validierung und Nachführung der Daten für das Projekt Klimaanpassung (18.17.19.1.1). Während die Regionen Tal, Hügel und Berg gut abgebildet sind, gilt es die Verfügbarkeit von Daten nach Kantonen genau zu analysieren.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Da auch Biobetriebe ihre Daten abliefern, können Auswertungen für Bio erstellt werden. Aufgrund des Minimalkriteriums von 15 Beobachtungen als Voraussetzung für eine Publikation, ist dies nur für wenige Schichten möglich.

Material und Methoden (grob skizziert)**1. Stichprobe Einkommenssituation****Datenbeschaffung**

Bereitstellung von Grundlagen für die Rekrutierung (Auswahlplan, Zufallsstichprobe), die fachliche Hotline und die Datenerfassung (Aktualisierung und Pflege des Onlinerhebungsbogens sowie der Anleitungen in drei Sprachen). Begleitung der Rekrutierungsstelle und der fachlichen Hotline (u.a. jährliche Rahmenbedingungen festlegen, Kickoff/Debriefing). Datenannahmen und Qualitätskontrollen. Allfällige Imputation von nicht vollständig gelieferten Daten. Abschlussarbeiten wie Erstellung Betriebsrückmeldung, Entschädigung. Optimierung und Dokumentation von Abläufen.

Auswertung und Berichterstattung

Datenaufbereitung für Auswertungen. Publikation des Einkommensmonitorings in einer Medienmitteilung und einer Präsentation an der Tänikon Agrarökonomie-Tagung. Erstellung von Standardberichten wie Grundlagen- und Hauptbericht. Lieferung von Daten für den Agrarbericht des BLWs. Lieferung von Daten für Sonderauswertungen, welche nicht aus Standardberichten verfügbar sind, auf Anfrage. Erstellung von Publikationen zu jeweils aktuellen Themen der wirtschaftlichen Lage der Landwirtschaft.

2. Stichprobe Betriebsführung**Datenbeschaffung**

Bereitstellung der Grundlagen für die Datenlieferung. Auswahlpläne, Entschädigungskonzepte, Wegleitung zur Datenerfassung. Pflege, Weiterentwicklung, Dokumentation und Bereitstellung des Erhebungstools DCollectZA. Erweiterung des bisherigen Datenkatalogs durch Kennzahlen zu den Produktionssystemen (qualitative Daten zur Erklärung der Heterogenität in der Stichprobe). Datenannahmen und Qualitätskontrollen. Abschlussarbeiten wie Entschädigung, Optimierung und Dokumentation von Abläufen.

Fachlicher Austausch mit Akteuren der landwirtschaftlichen Buchhaltungspraxis. Durchführung von Treffen der Technischen Expertengruppe zur Diskussion von aktuellen Fragestellungen.

Eine Detailabklärung mit einzelnen Betrieben bzw. Betriebsgruppen soll Aufschluss darüber geben, welche zusätzlichen, standardisierten (d.h. vergleichbaren) Kennzahlen erhoben werden könnten, um die Wirtschaftlichkeitsunterschiede zwischen Betrieben besser erklären zu können. Zu diesem Zweck werden Betriebe der Stichprobe Betriebsführung analysiert, welche mehrerer Betriebszweige umfassen. Die Erkenntnisse fliessen in die jährliche Datenerhebung der Stichprobe Betriebsführung ein. Abzuklären ist, in welcher Form entsprechende Daten effizient erhoben werden können. Der allfällige Nutzen vorhandener Daten auf dem Betrieb muss optimal ausgeschöpft werden. Die Datenübermittlung zwischen Landwirt und Treuhandstelle muss möglichst einfach sein. Die Notwendigkeit einer allfälligen zusätzlichen Entschädigung ist abzuklären.

Auswertung und Berichterstattung

Datenaufbereitung für Auswertungen. Erstellung von Standardberichten wie dem Grundlagenbericht (Betriebszweigergebnisse). Publikation gesamtbetrieblicher Ergebnisse. Lieferung von Daten für Sonderauswertungen auf Anfrage, welche nicht aus Standardberichten verfügbar sind.

3. Angewandte statistische Methoden

Ziele 1 und 2: Die anerkannten statistischen Methoden werden bei der Erhebung (Gestaltung des Erhebungsbogens, Optimierung des Auswahlplans, Ziehung der geschichteten Zufallsstichprobe) und deskriptiven Auswertung (Gewichtung, Ausschöpfungs- und Verzerrungsanalyse) von Daten verwendet.

Ziel 4: Für die Produktivitätsanalyse wird das sogenannte Latent Class Model (LCM) für eine simultane Schätzung mehrerer Produktionstechnologien verwendet (Greene, 2005). Für die Analysen zur ökonomischen und ökologischen Performance basierend auf den ZA-Buchhaltungs- und ZA-AUI-Daten werden ökonometrische Ansätze verwendet. Diese Analysen bauen auf die von der Forschungsgruppe Betriebswirtschaft eingeleiteten Arbeiten im ökonomischen/-ökologischen Bereich auf (Jan et al., 2012 & 2017; Repar et al., 2016 & 2017).

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Eidgenössische Finanzkontrolle, 2011. Ermittlung der landwirtschaftlichen Einkommen, Evaluation der Einkommensermittlung auf einzelbetrieblicher Ebene sowie der Reformmassnahmen, Dezember 2011, Bern.
https://www.efk.admin.ch/images/stories/.../10370BE_Landw_Einkommen_final.pdf
- Greene, W., 2005. Reconsidering heterogeneity in panel data estimators of the stochastic frontier model, Journal of Econometrics, 126: 269-303.

- Jan, P., Dux, D., Lips, M., Alig, M., Dumondel, M., 2012. On the link between economic and environmental performance of Swiss dairy farms of the alpine area, The International Journal of Life Cycle Assessment, 17: 706-719.
- Jan, P., Calabrese, C. & Lips, M., 2017 (online). Determinants of nitrogen surplus in Swiss agriculture, Nutrient Cycling in Agroecosystems.
- Repar, N., Jan, P., Dux, D., Nemecek, T. & Doluschitz, R., 2016. Local versus global environmental performance of dairying and their link to economic performance: a case study of Swiss mountain farms, Sustainability, 8, 1294.
- Repar, N., Jan, P., Dux, D., Nemecek, T., & Doluschitz, R., 2017. Implementing farm-level environmental sustainability in environmental performance indicators: A combined global-local approach, Journal of Cleaner Production, 140: 692-704.
- Roesch, A. & Lips, M., 2013. Sampling Design for two combined samples of the Farm Accountancy Data Network (FADN), Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics, 18(2): 178-203.
- Sauer, J., Morrison C. J., 2013. The empirical identification of heterogeneous technologies and technical change, Applied Economics, 45: 1461-1479.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Die Zentrale Auswertung von Buchhaltungsdaten veröffentlicht jährlich das Landwirtschaftliche Einkommen und den Arbeitsverdienst sowie Betriebsgruppen- und Betriebszweigergebnisse von rund 4000 Betrieben aus zwei Stichproben. Mit statistischen Auswertungen wird die mehrjährige Entwicklung der Wirtschaftlichkeit, Produktivität sowie Risikoexposition dieser Landwirtschaftsbetriebe analysiert.

Die Zentrale Auswertung von Buchhaltungsdaten von Agroscope veröffentlicht jährlich das Landwirtschaftliche Einkommen und den Arbeitsverdienst für die gesamte Schweizer Landwirtschaft als auch die drei Regionen Tal, Hügel und Berg. Weitere Ergebnisse zeigen die wirtschaftliche Situation von Betriebstypen und Betriebszweigen auf. Basis dazu bilden die Zufallsstichprobe Einkommenssituation und die Stichprobe Betriebsführung mit je rund 2000 Betrieben. Mittels statistischen Analysen wird die mehrjährige Entwicklung der Wirtschaftlichkeit, Produktivität sowie Risikoexposition dieser Landwirtschaftsbetriebe untersucht. Insbesondere der Einfluss des Technologieeinsatzes auf die Produktivität ist von Interesse.

Genehmigung des Projektes

Datum: 31.8.2017	Visum FGL: lima
Datum: 28.10.2017	Visum FBL / KBL: elna
Datum: 28.10.2017	Visum V SFF: elna



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.13.20.02.02

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Profitability

Nr. Bereich.

20 Wettbewerbsfähigkeit und Systembewertung

Nr. Gruppe

20.2 Betriebswirtschaft

Projektleitung/Stellvertretung

Markus Lips / Alexander Zorn

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	2404
Beitrag zu SFF	13
Beitrag zu weitem SFF	5, 11, 12, 16

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	1.10, 2.51, 2.64, 2.70, 2.81, 2.85, 2.95, 2.122, 3.73, 3.74, 3.78, 3.83, 3.86, 3.98, 3.105, 3.110, 4.76, 9.26, 9.41, 9.42, 9.45, 12.102, 16.46, 16.62, 18.19, 20.12, 20.75, 23.30, 23.39, 23.62, 23.75, 23.118, 23.119, 23.120, 23.174, 23.175, 23.177, 23.189, 23.224
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Wirtschaftlichkeitsanalyse

Profitability

Profitability for farms and enterprises

profitability, income, farm, enterprise

Ausgangslage und Problemstellung

Die Schweizer Landwirtschaft ist im internationalen Vergleich klein strukturiert und weist neben wenigen grossen Betrieben einen hohen Anteil kleiner Betriebe auf. Die bestehenden Strukturen und die standörtlichen Produktionsbedingungen schlagen sich in einer tiefen Arbeitsproduktivität und in hohen Strukturkosten nieder und sind damit ein limitierender Faktor im Zusammenhang mit einer Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit. Mit Blick auf die sich stetig ändernden gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und politischen Rahmenbedingungen stellt sich die grundlegende Frage, welche Struktur- und Betriebsentwicklungsstrategien erfolgsversprechend sind und es den Betrieben durch die Umsetzung von Innovationen im Bereich Produktionstechnik und Organisation mittel- und langfristig ermöglichen, auch in offen(er)en Märkten nachhaltig zu wirtschaften. Einerseits gilt es, die Entwicklung von erfolgreichen Betrieben bzw. ihre Strategie besser zu verstehen, andererseits ist das Eruiere von erfolgsrelevanten Kennzahlen und die wirtschaftliche Analyse von Innovationen notwendig, um Möglichkeiten für eine Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit aufzuzeigen.

Ziele und Forschungsfragen

1. Betriebsstrategie; Welche (mehrjährigen) Betriebsstrategien sind im Hinblick auf zukünftigen Rahmenbedingungen erfolgreich, unter anderem unter Anwendung des OECD-Ansatzes [9.42]? Wie hoch sind die potenziellen Kostenersparungen bzw. Steigerung der Leistungen, wenn die Betriebe bzw. die Betriebszweige wachsen [3.110, 9.45], und/oder diversifiziert bzw. spezialisiert werden? Wie kann ein typischer Betrieb sein Ergebnis verbessern?

2. Wie können die Betriebe ihre Rentabilität verbessern, bzw. welches sind die Determinanten erfolgreicher Betriebe? Basierend auf den Buchhaltungen der Zentralen Auswertung werden folgende Fragen beantwortet: Welchen Einfluss haben Betriebsgrösse, Betriebstyp, und Region [9.45], der Biologische Landbau [18.19], der Standort [23.177], die Produktionsintensität [2.81], die Auszubildung/-Beratung [3.73, 3.74, 3.83, 23.62] sowie die ausserlandwirtschaftliche Tätigkeit [3.86]) auf den wirtschaftlichen Erfolg und die Produktivität der Betriebe? Wie gross sind die Skaleneffekte und produktionstechnischen Aspekte auf Kosten und Leistungen der Betriebszweige [3.78, 23.118, 23.119, 23.120, 23.75], insbesondere Milch [2.122, 16.46, 16.62, 20.12, 20.75, 23.174, 23.175, 23.224], Rindvieh- und Schweinemast, Schaf- und Ziegenhaltung [2.64, 2.85, 2.95, 23.30], Ackerkulturen [1.10], Futterbau [2.51, 2.70, 23.189]? Basierend auf den Daten von Support Obst Arbo (SOA; 20 Betriebe mit je 15 Schlägen über 20 Jahre; 6000 Beobachtungen) werden Erfolgsfaktoren ermittelt.
- Welche kostenreduzierenden Massnahmen könnten vom Ausland übernommen werden [9.41]? Durchführen des jährlichen Kostenvergleichs im Rahmen des International Farm Comparison Networks (IFCN).
3. Wirtschaftliche Analyse von Innovationen; Wie gestalten sich Kosten und Nutzen von Innovationen auf Stufe Betrieb, Betriebszweig oder Verfahren? Dabei sind Anwendungen der Informations- und Kommunikationstechnik von Interesse [3.98, 4.76]. Es sollen insbesondere die jährlichen Kosten und Life Cycle Costs von landwirtschaftlichen Maschinen mit Elektronikkomponenten wie dem Hackroboter oder Bewässerungsanlagen untersucht werden. Weiter gilt es, die wirtschaftlichen Auswirkungen der Reduktion von Pflanzenschutzmitteln [3.105, 12.102, 23.39], neuen Mechanisierungsvarianten [3.90, 4.76, 6.19] und der Reduktion von Antibiotika in der Tierhaltung [9.26] zu untersuchen. Welche Bedeutung haben die integrierenden und differenzierenden Kräfte (Dabbert und Braun, 2012: 277 f.) auf die Betriebsform? Wie verändert sich deren Bedeutung mit neueren technologischen Entwicklungen wie Smart Farming?

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 13 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Die drei aufgeführten Frageblöcke entsprechen den Forschungsfragen des SFF 13.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 5 & 16: Die Wirtschaftlichkeitsrechnungen (Ziel 1) stellen die Grundlage für die wirtschaftliche Beurteilung von Pflanzenschutzmassnahmen dar, die in den Projekten 18.5.12.4.17 (Wirkung & Anwendung Pflanzenschutzmittel) und 18.16.19.6.4 (IP+) vorgesehen sind. Es wird jeweils eine Referenzsituation definiert und für die Umsetzung spezifischer Massnahmen deren Änderungen bei den Leistungen und Kosten simuliert.

zu SFF Nr. 11: Die Analyse von Innovationen im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnik ist ein Beitrag für das Projektfeld Smart Farming. Insbesondere die Life Cycle Costs-Analyse von landwirtschaftlichen Maschinen mit Elektronikkomponenten erlaubt es, neben den typischen Kostenpositionen auch Umwelteffekte wie verringerten CO₂-Emissionen oder verringerten Umweltwirkungen durch weniger Pflanzenschutzmitteleinsatz über einen längeren Zeitraum zu betrachten, was eine umfassender Beurteilung von Innovationen in diesem Bereich ermöglicht. Die Kostenkalkulationen von Ziel 3 stellen einen Input für die Projekte 18.11.20.4.1 (Smarte Technologie Milchproduktion) und 18.11.20.4.2 (SmartModul) dar.

zu SFF Nr. 12: Angaben für die Sektormodellierung (SWISSland, Projekt 18.12.20.1.1); Aus den Datenanalysen und insbesondere den Simulationsrechnungen ergeben sich Inputs für verschiedene mögliche Anfangskonfigurationen. Diese können spezifische Betriebsstrategien und/oder Produktionstechnologien umfassen.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Bio ist eine mögliche Determinante für den Erfolg und wird entsprechend als unabhängige erklärende Variable in den Regressionen verwendet (Ziel 2). Bei der Analyse der Betriebszweige wird, wo es die Datenlage erlaubt, zwischen biologischer und konventioneller Produktion unterschieden.

Material und Methoden (grob skizziert)

Ökonometrische Analysen wie Random-Effects und Fixed Effects Modelle sowie Quantilregressionen (Schorr & Lips, 2017); Quantilregression erlauben es, gegenüber anderen Panel-Regressionen, die auf Mittelwertberechnungen beruhen, den Einfluss von Faktoren an verschiedenen Punkten der Verteilung einer zu erklärenden Grösse zu untersuchen: Beispielsweise können beim Betriebserfolg die Relevanz und Grössenordnung der Einflussfaktoren für erfolgreiche und wenig erfolgreiche Betriebe getrennt betrachtet werden. Die Panel-Quantilregression basiert auf Erweiterungen des grundlegenden Modells wie von Koenker und Bassett beschrieben (Koenker und Bassett, 1978).

Kosten-Leistungsrechnung, Kostenkalkulation einerseits für Verfahren (Zorn et al. 2017) und andererseits für die Milchproduktion (Hemme, 2016); Berechnung von Reparatur- und Unterhaltskosten (Lips & Burose, 2012) und Life Cycle Costs (Lips, 2017a) für landwirtschaftliche Maschinen mit Elektronikkomponenten wie dem Hackroboter.

Die Analysen von Kosten und Leistungen auf Betriebszweigebeine basieren auf den Buchhaltungsdaten der Zentralen Auswertung, wobei die Gemeinkosten mittels dem Maximum Entropie-Verfahren von Lips (2017b) und Hoop & Lips (2017) zugeteilt werden.

Die Betriebssimulationen erfolgen auf Basis von Daten der Zentralen Auswertung. Simulationen erlauben, wesentliche Einflussfaktoren der Rentabilität oder Wirkungen einer veränderten Betriebsstrategie zu verändern, um deren Effekte auf die Wirtschaftlichkeit und die Einkommensentwicklung abzubilden. Beispielsweise könnte der Einfluss einer veränderten Betriebsgrösse als Ausdruck einer Wachstumsstrategie auf die Wirtschaftlichkeit betrachtet werden. Bei den Simulationen kann beispielsweise die Monte-Carlo-Methode zum Einsatz kommen, um die zur Nachbildung der Unsicherheit benötigten Zufallszahlen zu generieren. Es gilt darauf hinzuweisen, dass das wissenschaftliche Publizieren von Simulationsmodellen und ihren Resultaten nicht en vogue und entsprechend herausfordernd ist.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Dabbert S. und Braun J., 2012. Landwirtschaftliche Betriebslehre. 3., korrigierte Auflage, Verlag Eugen Ulmer Stuttgart.
- Hemme, T., (Ed.), 2016. Dairy Report 2016 for a better understanding of the dairy world, International Farm Comparison Network, Kiel.
- Hoop, D., & Lips, M., 2017. Joint Cost Allocation with Farm-Specific Allocation Factors Using Maximum Entropy, Poster Präsentation, EAAE-Konferenz, Parma, 29. Aug. - 1. Sept.
- Koenker, R. & Bassett, G., 1978. Regression Quantiles, Econometrics, 46(1): 33-50.
- Lips, M. & Burose, F., 2012. Repair and Maintenance Costs for Agricultural Machines, International Journal of Agricultural Management, 1(3): 40-46.
- Lips, M., 2017a. Length of operational life and its impact on life cycle costs of a tractor in Switzerland, Agriculture, 7(8), 68.
- Lips, M., 2017b. Disproportionate Allocation of Indirect Costs at Individual-Farm Level Using Maximum Entropy, Entropy, 19(9), 453.
- Mußhoff, O. & Hirschauer, N., 2016. Modernes Agrarmanagement, Betriebswirtschaftliche Analyse- und Planungsverfahren, 4. Auflage, Vahlen, München.
- Schorr, A. & Lips, M., 2017. Determinants of work income of family work units of Swiss dairy farms, Paper Präsentation, 21. International Farm Management Kongress, Edinburgh, 2.-7. Juli.
- Zorn, A., Musa, T. & Lips, M., 2017. Costs of preventive agronomic measures to reduce deoxynivalenol in wheat, The Journal of Agricultural Science, 155 (7): 1033-1044.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet (Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit der Schweizer Landwirtschaft untersucht Agroscope, wie Betriebe ihre Rentabilität verbessern können. Angesichts sich ändernder Rahmenbedingungen stellen sich insbesondere die Fragen, welche Betriebsstrategien erfolgsversprechend sind und wie Betriebe durch die Umsetzung von Innovationen mittel- und langfristig nachhaltig wirtschaften können.

Die Schweizer Landwirtschaft ist im internationalen Vergleich klein strukturiert und mit schwierigen Produktionsbedingungen konfrontiert. Um die Wirtschaftlichkeit der Schweizer Landwirtschaftsbetriebe zu verbessern, untersucht Agroscope Erfolgsfaktoren landwirtschaftlicher Betriebe. Dazu zählen einerseits unterschiedliche Betriebsstrategien wie die Diversifizierung oder die Spezialisierung. Andererseits wird die Umsetzung und der Einfluss von Innovationen z.B. im Smart Farming auf die Wirtschaftlichkeit der Betriebe betrachtet.

Die Ergebnisse dienen der Praxis und der Beratung dazu, einzelbetriebliche Strategien zu definieren. Für die Verwaltung und die Politik sind die einzelbetrieblichen Ergebnisse relevant bei der Gestaltung und der praktischen Umsetzung agrarpolitischer Instrumente.

Genehmigung des Projektes

Datum: 31.8.2017	Visum FGL: lima
Datum: 28.10.2017	Visum FBL / KBL: elna
Datum: 28.10.2017	Visum V SFF: elna



SFF 14

Nachhaltigkeit und Ökoeffizienz der Landwirtschaft bewerten und Verbesserungsmöglichkeiten aufzeigen

AutorInnen	David Dubois, Hans Dieter Hess, Michael Winzeler
Begleitende WissenschaftlerInnen	Christof Ammann, Thomas Nemecek, Otto Daniel
Verantwortliche/r BereichsleiterIn	Robert Baur
Research Peer	Walter Richner

Zusammenfassung

Die Landwirtschaft nutzt die natürlichen Ressourcen mit dem Ziel der Nahrungsmittelproduktion und übt gleichzeitig Einfluss auf die Umwelt und die übrigen Funktionen des Agrarökosystems aus. Obwohl in der Vergangenheit deutliche Fortschritte erreicht wurden, erwarten Politik und Gesellschaft, dass die Land- und Ernährungswirtschaft ihre Nachhaltigkeit weiter verbessert und die Ziellücken bei den Umweltzielen, der Ressourceneffizienz oder der Klimastrategie schliesst.

Um die Wirkung bisheriger Massnahmen beurteilen und den Handlungsbedarf erkennen zu können, bedarf es der Erfassung sowie der Modellierung von Ausmass und zeitlicher Entwicklung der Umweltwirkungen und Stoffflüsse der Land- und Ernährungswirtschaft mithilfe geeigneter Indikatoren, Inventare und Monitoringaktivitäten.

Neue Erkenntnisse zu Hauptursachen, Interaktionen und Einflussfaktoren bei den relevanten Emissionen der Landwirtschaft bilden die Basis für eine gezielte Erarbeitung von Entscheidungshilfen und Lösungsstrategien für Politik und Praxis damit die Ressourceneffizienz der Land- und Ernährungswirtschaft standortangepasst optimiert und Umweltbelastungen verringert werden können. Eine wesentliche Grundlage für Lösungsstrategien-Vergleiche bilden umfassende Lebenszyklusanalysen mit Wirkungsabschätzungen bezüglich aller relevanten Umweltwirkungen.

Mit dem Ziel ganzheitlicher und umsetzbarer Empfehlungen zur Weiterentwicklung der Landwirtschaft soll zudem ein Konzept zur systemorientierten Bewertung von Landwirtschaftsbetrieben bzw. deren Ökodesign bezüglich den drei Säulen der Nachhaltigkeit erarbeitet werden.

Ausgangslage und Hintergrund

Gemäss LwG ist das BLW verpflichtet jährlich über die Nachhaltigkeit der Schweizerischen Landwirtschaft Bericht zu erstatten. Im Umweltbereich zeigen sich bei der Erreichung der vom BLW und BAFU formulierten Umwelt- und Klimaschutzziele mehrere Ziellücken (siehe Bericht zum Postulat Bertschy). Deshalb soll die Umweltperformance und Ressourceneffizienz der landwirtschaftlichen Betriebe weiter verbessert werden, um den Verbrauch endlicher Ressourcen und die Umweltbelastungen durch die landwirtschaftliche Tätigkeit soweit möglich zu senken, bei gleichzeitiger Erhaltung oder gar Steigerung der Produktivität. Zudem soll die Thematik der Umweltwirkungen der Land- und Ernährungswirtschaft mittels eines Konzepts zur Bewertung der Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Tätigkeiten in einen breiteren Kontext gestellt werden.

Mit dem SFF 14 werden Beiträge zur Lösung folgender Herausforderungen erbracht:

Ziellücken bei den Emissionen der Landwirtschaft weiter reduzieren

Die Nährstoffflüsse und Treibhausgasemissionen zählen heute zu den umweltpolitisch heikelsten Themen der Schweizer Landwirtschaft und Tierhaltung. Auch bezüglich Nährstoffeinträge in Gewässer besteht regional weiterhin grosser Handlungsbedarf. Je nach Schutzziel gilt es deshalb spezifisches zusätzliches Wissen und Massnahmen zu entwickeln:

- **Klimaschutz und Luftreinhaltung:** Im Vordergrund stehen exakte Angaben der Emissionsfaktoren unter schweizerischen Praxisbedingungen und erprobte Empfehlungen zur Minderung der Emissionen von Methan, CO₂ und Geruch aus Wiederkäuer-Fütterung und Stallhaltung, von Lachgas und CO₂ der Bodennutzung, von Methan, Lachgas, Geruch und Ammoniak aus der Hofdüngerlagerung und -Ausbringung und von CO₂ und Russpartikel aus Maschineneinsatz und Produktionsmittelherstellung.
- **Beim Grundwasserschutz** liegt der Fokus auf weiteren, gezielten Anstrengung zur Reduktion der Nitrat- und Pflanzenschutzmittel-Auswaschung aus dem Acker-, Gemüse- und Obstbau.

- Der Schutz von Oberflächengewässern soll weiter verbessert werden mittels konsequenter Vorbeugung von Abschwemmung/Erosion oder Drainageabfluss von P und Pflanzenschutzmitteln aus sogenannten beitragenden Flächen des Ackerbaus.

Ressourceneffizienz der schweizerischen Landwirtschaft verbessern beim Einsatz von fossilen Energieträgern und N-Düngern sowie Phosphor (endliche Ressourcen). Neue Entscheidungshilfen und Massnahmen werden benötigt, um die Effizienz beim Einsatz dieser Ressourcen weiter zu erhöhen, Alternativen gezielter zu nutzen und die Kreislaufwirtschaft zu optimieren. Dabei sind auch ökonomische Aspekte miteinzubeziehen.

Erhaltung der natürlichen Ressourcen und Nachhaltigkeit der Landwirtschaft; Monitoring des Produktionsmitteleinsatzes und der Umweltwirkungen

Aufgrund der BV Art 104 fördert der Bund eine multifunktionale Landwirtschaft mit Direktzahlungen, die eine nachhaltige, auf den Markt ausgerichtete Produktion wie auch einen Beitrag zur Erhaltung der natürlichen Ressourcen leistet. Zur Früherkennung von Handlungsbedarf bzw. Evaluation von Massnahmen bezüglich Ressourceneffizienz bzw. Reduktion von Umweltbelastungen der Landwirtschaft ist das Agrarumweltmonitoring (AUM) weiterzuführen und bedarf es zusätzlicher Umweltwirkungsabschätzungen mittels Energie- und Ökobilanzen zu aktuellen Fragestellungen. Zur Systemoptimierung auf Stufe landwirtschaftlicher Betriebe soll ein auf neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen basierendes Instrument der Nachhaltigkeitsbewertung erstellt werden.

Ökosystemdienstleistungen erhalten

Bei der Primärproduktion von Nahrungsmitteln beeinflusst die Landwirtschaft gleichzeitig auch andere Leistungen des Ökosystems mit Bedeutung für die Allgemeinheit. Dazu zählen die Bildung von sauberem Trinkwasser, der Beitrag zum Hochwasserschutz, die C-Sequestrierung im Boden oder das Recycling von Nährstoffen aus der Landwirtschaft oder aus organischen Abfällen der Gesellschaft, Erhaltung der Biodiversität oder Bestäuberleistung etc.

Wettbewerbsfähigkeit landwirtschaftlicher Produkte durch Deklaration der Produktionsqualität verbessern

Die Deklaration vergleichsweise reduzierter Umweltwirkungen bei der Erzeugung landwirtschaftlicher Produkte oder der Nachhaltigkeit der Produktionsbetriebe kann durch Auslobung auf dem Markt Wettbewerbsvorteile bringen. Für verlässliche Angaben werden entsprechende solide Wirkungsmodelle und aktuelle Datenbanken über die ganze Wertschöpfungskette benötigt.

Nationales und internationales Forschungsumfeld

Forschung auf dem Gebiet des SFF 14 wird, neben der Schweiz, im grösseren Volumen vor allem in Industrieländern mit einer intensiven Landwirtschaft betrieben (u.a. F, D, NL, DK, UK, USA, NZ) und ist, zumindest teilweise, auf die spezifischen Umwelt- und Produktionsbedingungen in den einzelnen Ländern ausgerichtet. International koordinierte Forschung fand und findet v.a. im Rahmen von EU-Forschungsprogrammen (z.B. NitroEurope, ECLAIRE, ...) und COST-Aktionen (METAGENE, Biochar/eBRN), oft mit Beteiligung von Agroscope, und nur vereinzelt auch im globaleren Rahmen (z.B. FACCE-JPI) statt. Auf nationaler Ebene betreiben, neben Agroscope, die Schweizer Hochschulen und Universitäten (vor allem die ETH, D-USYS) ebenfalls Forschung zu verschiedenen Aspekten des SFF. Diese hat oft einen globalen Blickwinkel (z.B. World Food System Center) oder fokussiert sich auf Vertiefung einzelner, detaillierter Fragestellungen, um dort ein hohes wissenschaftliches Niveau erreichen zu können. Daneben werden verschiedene eher praxisorientierte Themen in geringem Umfang auch an Fachhochschulen und am FiBL untersucht.

Experimentelle Untersuchungen zu Emissionen und Minderungsmaßnahmen

Obwohl die Prozesse, die zu Emissionen und schädlichen Umweltwirkungen der Landwirtschaft führen, aus der bisherigen internationalen Forschung mehrheitlich bekannt sind, ist ihre genaue Grösse und Abhängigkeit von konventionellen und neuen Bewirtschaftungsmethoden zumeist noch relativ unsicher. Oft wurden sie nur aus wenigen Messungen in z.T. entfernten Ländern oder unter «Laborbedingungen» abgeleitet und sind daher für die Verhältnisse der landwirtschaftlichen Praxis in der Schweiz wenig repräsentativ. Dies gilt auch für die Ergebnisse der international zahlreichen Studien zu einzelnen Minderungsmaßnahmen, die z.T. sehr unterschiedliche Ergebnisse zeigen. Dies gilt insbesondere für Effekte, die stark von den lokalen pedoklimatischen Bedingungen abhängen, wie z.B. die Kohlenstoff-Speicherung, Nitratauswaschung und Lachgasemission.

Im Bereich der Ammoniakemissionen konnte in den vergangenen Jahren durch neue spezifische Messungen unter praxisnahen Schweizer Verhältnissen gezeigt werden, dass die Ammoniakverluste nach Gülleausbringung deutlich niedriger sind als bisher berechnet, was eine Revision der Emissionsfaktoren im Schweizerischen Emissionsmodell notwendig macht.

Bei den Massnahmen zur Emissionsminderung werden neben den direkten agronomischen Ansätzen wie Optimierung der ackerbaulichen Fruchtfolgen, des Düngungsmanagement, der Fütterung der Nutztiere sowie baulichen Massnahmen im Stall- und Lagerbereich aktuell auch immer mehr die Wirkung und praktische Einsetzbarkeit von Zusatzstoffen untersucht. Während in der Schweiz die Forschungsaktivitäten im Bereich der Fütterungszusätze zur Methanminderung bei Wiederkäuern schon relativ gut etabliert sind, sind sie z.B. bezüglich des Einsatzes von

Pflanzenkohle (zur C-Speicherung und Emissionsreduktion) oder von Nitrifikationshemmern (zur Reduktion der Lachgasemission) in unserem niederschlagsreichen Klima zur Zeit noch gering. Sowohl die Ammoniak- und Nitrat-Auswaschung (die auch einen quantitativen Nährstoffverlust in der landwirtschaftlichen Produktionskette darstellt) als auch die anderen Emissionen sind eng mit dem Dünger- bzw. Nährstoffumsatz entlang der landwirtschaftlichen Produktionskette verbunden. Deshalb ist es wichtig, die verschiedenen Emissionen in zukünftigen Untersuchungen wenn immer möglich gemeinsam zu betrachten (Gesamt-N-Ansatz), um Zielkonflikte von möglichen Reduktions-Massnahmen zu erkennen und optimierte Lösungen für die gesamte Umweltwirkung zu finden.

Agrarumweltmonitoring und nationale Inventarisierung THG

In europäischem Kontext ist die OECD führend bezüglich der Erfassung von Agrarumweltindikatoren (AUI). In der Schweiz ist Agroscope das Kompetenzzentrum für die methodische Entwicklung, jährliche Erfassung und Auswertung von siebzehn AUI in den Themenbereichen Stickstoff, Phosphor, Energie/Klima, Wasser, Boden und Biodiversität. Es besteht ein regelmässiger fachlicher Austausch zwischen den AUI-Aktivitäten der OECD und der Schweiz.

Die internationale Berichterstattung zu den THG-Emissionen wird nach den Vorgaben der UNFCCC durchgeführt. Für die Schweiz wird das THG-Inventar der Landwirtschaft seit einigen Jahren von Agroscope zuhanden des BAFU berechnet. Dabei wurden bisher hauptsächlich Standard-Emissionsfaktoren gemäss IPCC verwendet (Lachgas) ohne Berücksichtigung der spezifischen Tierhaltung und Fütterung (Methan) in der Schweiz. Hier besteht die Notwendigkeit zur Verfeinerung der Berechnungsmethode insbesondere auch im Hinblick auf die konkrete Identifizierung und Modellierung von Reduktionsstrategien. Auch für die geplante Anrechnung der C-Senken und -Quellen von Landwirtschaftsböden in den Post-Kyoto-Verpflichtungen bedarf es wissenschaftlich hergeleiteter und mit Daten von schweizerischen Langzeitexperimenten validierter Modelle.

Ökobilanzen

Bis vor 10 ca. Jahren beschränkte sich die Ökobilanzforschung auf einen relativ kleinen Kreis von Forschungsinstituten. Danach setzte ein sehr rasches Wachstum ein. Heute werden Ökobilanzstudien auf allen Kontinenten durchgeführt; der Schwerpunkt ist heute eindeutig in Europa, gefolgt von Nordamerika und Asien. Die Schweiz gehört aber immer noch zu den Top10 gemessen an der Anzahl Ökobilanzpublikationen in der Land- und Ernährungswirtschaft.

In der Schweiz sind neben Agroscope (siehe unten) v.a. die ETH auf dem Gebiet aktiv. Daneben entwickeln FiBL und einige Fachhochschulen (v.a. ZHAW) seit einigen Jahren vereinzelt Ökobilanzaktivitäten. Im NFP69 werden Aspekte der Nachhaltigkeit in der Ernährung untersucht; es gibt jedoch relativ wenige Ökobilanzprojekte. Von zentraler Bedeutung ist die Datenbank ecoinvent, welche mehrere Tausend Ökoinventare aus allen Wirtschaftssektoren enthält. Sie ist aus dem ETH-Bereich hervorgegangen, mit Beteiligung von Agroscope, und gehört heute zu den weltweit führenden Datenbanken für Ökoinventare.

In den EU-Rahmenforschungsprogrammen gibt es immer wieder spezifische Themen im Bereich der Ökobilanzierung, die sich v.a. auf methodische Aspekte und Datenbanken fokussieren. Häufiger werden jedoch Ökobilanzen als Teil von grösseren Projekten in den Forschungsprogrammen durchgeführt, wo es darum geht die Umweltfreundlichkeit von Prozessen, Systemen und Produkten sicherzustellen bzw. zu optimieren. Das Institute for Environment and Sustainability (IES) ist eines der Joint Research Centers (JRC) der EU und befasst sich u.a. mit Fragen der Ökobilanzierung und Nachhaltigkeit. Aus diesen Arbeiten ist auch das International Reference Life Cycle Data System (ILCD) entstanden, welches als offizieller Standard in der EU gilt. Aktuell laufen Bestrebungen zur Einführung des Product Environmental Footprints (PEF) in der EU (oder Umweltproduktdeklaration). Es werden Pilotstudien in verschiedenen Wirtschaftssektoren durchgeführt, auch für Nahrungsmittel, um eine verbindliche Methodik für solche Umweltproduktdeklarationen festzulegen.

Weltweit sind insbesondere die ISO-Normen für die Ökobilanzierung (ISO 14040 und 14044) sowie die Aktivitäten der UNEP-SETAC-Life Cycle Initiative besonders hervorzuheben. Neben den Aktivitäten der öffentlichen Hand sind namhafte Bemühungen der Privatwirtschaft zu nennen. Ein Beispiel für eine solche Initiative ist die World Food Life Cycle Database, welche hauptsächlich von internationalen Konzernen und einigen Behörden getragen wird.

Nachhaltigkeitsbewertung

Auch an der ganzheitlichen Bewertung der Nachhaltigkeit in allen drei Dimensionen (Umwelt, Ökonomie, Soziales) sind in der europäischen Forschungslandschaft diverse Forschungsgruppen und -institute beteiligt. In der Schweiz bestehen zwei bereits in der Praxis eingesetzte Instrumente, mit welchen sich die Nachhaltigkeit beurteilen lässt. Die Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL entwickelte das Modell RISE, mit der Berater die Nachhaltigkeit von Landwirtschaftsbetrieben bewerten können. Das Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL hat mit SMART ein vereinfachtes Tool zur Bewertung (Auditierung) der Nachhaltigkeit von Unternehmen des Agrar- und Lebensmittelsektors aufgebaut. Dieses basiert auf den SAFA-Nachhaltigkeitsleitlinien (Sustainability Assessment of Food and Agriculture Systems) der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen FAO. Seit knapp zwei Jahren wird bei Agroscope zusammen mit internen und externen Expertinnen und Experten ein Satz quantitativer Wirkungsindikatoren für die verschiedenen relevanten Teilbereiche der Nachhaltigkeit entwickelt. Am an der ETH angesiedelten «World Food System Center» werden die

Herausforderungen der globalen Ernährung erforscht. In der EU wird an verschiedenen Instituten an der Entwicklung einer umfassenden Nachhaltigkeitsbewertung in der Landwirtschaft gearbeitet, z.B. am den Forschungsinstituten INRA oder LEI (Landbouw-Economisch Instituut). Dabei gibt es eine Vielzahl von teils sehr unterschiedlichen Methoden und Ansätzen für die Bewertung der Nachhaltigkeit (z.B. IDEA, DEXi, Indigo oder MASC). Im Rahmen des EU-Forschungsrahmenprogrammes HORIZON 2020 werden zudem verschiedene Projekte im Bereich der Nachhaltigkeitsbeurteilung gefördert.

Die drei wichtigsten Fragen, die sich national und international zur Thematik des SFF 14 stellen, sind:

- Frage 1: Wie gross sind die Emissionen der Schweizer Landwirtschaft unter den aktuellen Produktionsbedingungen und wie können sie auf die nationale Skala hochgerechnet werden?
- Frage 2: Welche umsetzbaren Potenziale bestehen zur Verminderung negativer Auswirkungen auf die Umwelt auf Stufe Kultur, Betrieb, Produktionssystem oder Sektor?
- Frage 3: Wie sieht eine optimierte Land- und Ernährungswirtschaft aus, und wie kann deren Nachhaltigkeit basierend auf den drei Dimensionen Ökologie, Ökonomie, Soziales adäquat bewertet werden.

Stellung und Positionierung von Agroscope im Forschungsfeld

Die meisten Projekte von Agroscope im SFF 14 untersuchen gleichzeitig den Schutz und die Nutzung der Ressourcen im ländlichen Raum und betreiben bei Bedarf auch Abklärungen über einen längerdauernden Zeitraum.

Experimentelle Untersuchungen zu Emission und Minderungsmaßnahmen von Ammoniak (Stall und Feld) wie auch zur Nitratauswaschung aus landwirtschaftlichen Flächen werden in der Schweiz praktisch nur noch von Agroscope durchgeführt. Für diese Aktivitäten wurden in den letzten Jahren eine einzigartige Forschungsinfrastruktur (u.a. Lysimeteranlage, Konzept für Messungen auf Parzellenebene, Emissionsversuchsstall) und ein wissenschaftliches Know-How von internationalem Niveau aufgebaut. Auch die neu aufgebaut Expertise von Agroscope zu Methanemissionen am Einzeltier zeichnet sich durch Messungen unter typisch schweizerischen Praxisbedingungen aus, im Gegensatz zu den Erhebungen von Unis und ETH z.B. an Tieren in Respirationskammern. Dadurch können für die Schweiz relevante Aussagen gewonnen und zudem Zielkonflikte mit der Produktion, dem Tierwohl oder zwischen verschiedenen Emissionen durch gleichzeitige Messungen untersucht werden (z.B. Ammoniak vs. Lachgas/THG oder Stallemissionen vs. Weideemissionen). Diese Erkenntnisse dienen auch der Politikberatung z.B. bei der Vollzugshilfe Umweltschutz Landwirtschaft oder zur fachlichen Begleitung von Ressourcenprogrammen oder REB.

Das Agrarumweltmonitoring AUM mit 17 Indikatoren und die jährliche Inventarisierung der Treibhausgasemissionen im Sektor Landwirtschaft führt Agroscope im Auftrag des BLW und teilweise auch des BAFU durch. Diese Aktivitäten profitieren von der Begleitforschung von Agroscope zu neuen Erhebungsmethoden, Belastungsgrenzen und Indikatorenentwicklung etc.

Im Bereich Energie- und Ökobilanz der Land- und Ernährungswirtschaft ist Agroscope mit ihren Partnern bestrebt, mit der Erweiterung von SALCA-Future die Umweltwirkungen über die ganze Wertschöpfungskette mit Wirkungsmodellen auf dem neuesten Stand der Wissenschaft und neu auch spezifisch für schweizerische Standortbedingungen abzuschätzen. Darauf aufbauend wird ein Nachhaltigkeits-Bewertungs-Tool erarbeitet, welche in die Gesamtbewertung auch die soziale und ökonomische Dimension einbezieht. Im Gegensatz zu den ganzheitlichen Methoden von FiBL oder HAFL zur Auditierung oder Beratung von Landwirtschaftsbetrieben, soll dieses Tool der Lebenszyklusanalyse vor allem der umfassenden Evaluation von Politikmassnahmen oder der Entwicklung neuer Lösungen aus der angewandten Forschung dienen.

Durch die interdisziplinäre Abdeckung der gesamten Forschungskette durch Agroscope und universitäre Partner können Ergebnisse und Know-How zu den Themen des SFF 14 sehr effektiv von den grundlegenden experimentellen Untersuchungen an die Modellierungs- und Bewertungsaktivitäten (AUI, nationale Inventarisierungen, Ökobilanzen, Nachhaltigkeitsbewertung) und schliesslich an die Politik- und Praxisberatung sowie den Vollzug weitergegeben werden. Andererseits wird durch die Nähe zur landwirtschaftlichen Praxis auch sichergestellt, dass die wissenschaftlichen Untersuchungen unter möglichst repräsentativen Bedingungen durchgeführt werden und die Lösungen umsetzbar sind.

Wissenschaftliche Ziele und Forschungsfragen

1. Welche Indikatoren, Wirkungsmodelle und Datenerhebungen sind geeignet für die Fortführung und Aktualisierung der Aktivitäten im Agrarumweltmonitoring und braucht es Anpassungen im heutigen Monitoring zur adäquaten Erfassung bestehender oder zusätzlicher Umweltwirkungen und der Ressourceneffizienz der Agrarsysteme?
2. Welche Erkenntnisse ermöglichen die AUI-Berechnung/-Interpretation, Nationale Emissionsinventare und Umweltberichterstattung unter Einbezug der neuen Resultate von 2018–2021? Wo zeigen sich Handlungsbedarf (für vertiefte zusätzliche Abklärungen oder Ergreifung von Vermeidungs-/Lösungsmassnahmen) oder Erfolge

bereits umgesetzter Massnahmen? Bestehen Ziellücken und wie weit sind diese erklärbar? Welche Verschiebungen der Umweltwirkungen der Land- und Ernährungswirtschaft sind zu erwarten als Folge der Änderung ausgewählter agrarpolitischer Regelungen?

3. Wie gross sind einzelne Emissionen bzw. die Ressourceneffizienz der CH-Landwirtschaft tatsächlich, bei unterschiedlichen Bedingungen von Standort oder Betriebskonstellationen? Welches sind wichtigste Ursachen, Interaktionen und Hebel im System?
4. Welches sind praktikable Lösungen/Massnahmen für Politik und landwirtschaftliche Betriebe zur Effizienzsteigerung, bzw. Minderung von Emissionen der Land- und Ernährungswirtschaft und wie gross sind deren Wirkung und Kosten? Gibt es allfällige Synergien oder Nebenwirkungen auf die Umwelt (pollution swapping)? Welche Entscheidungshilfen können den Akteuren bereitgestellt werden?
5. Welche Indikatoren, Wirkungsmodelle und Aggregierungsvorgehen eignen sich für die Bewertung von Landwirtschaftsbetrieben der Schweiz bezüglich deren Nachhaltigkeit?

Praktischer Nutzen der Aktivitäten im Forschungsfeld und wichtigste Outcomes

Neben Beiträgen zur Umweltberichterstattung werden zuhause Politik und Praxis neue Entscheidungsgrundlagen und Lösungen zur Erhöhung der Ökoeffizienz und Nachhaltigkeit der Land- und Ernährungswirtschaft der Schweiz erarbeitet. Als die drei wichtigsten Outcomes sind zu erwarten:

- Aufgrund des Agrar-Umweltreportings verfügen Politik und Gesellschaft über aktuelle und fundierte Informationen über die Ressourceneffizienz (fossile Energie, N und P) und Umweltbelastungen (Klima, Luft, Gewässer, Boden und Vielfalt an Arten und Lebensräume) der Land- und Ernährungswirtschaft der Schweiz und deren zeitliche Entwicklung zwecks Früherkennung von Ziellücken und Handlungsbedarf, Zielkonflikten oder zur Erfolgskontrolle. Dazu werden geeignete Indikatoren und Methoden zur effizienten und repräsentativen Datenerhebung und wissenschaftlichen Interpretation entwickelt und eingesetzt.
- Zu ausgewählten Emissionen und Ressourceneinsatz der Landwirtschaft werden quantitative Angaben und vertiefte Erkenntnisse über die Prozesse, Ursachen, Interaktionen und möglichen Steuerungsfaktoren unter CH Praxisbedingungen erarbeitet. Damit werden bessere Grundlagen für standortangepasste und betriebspezifische Kennzahlen und Entscheidungshilfen für die Praxis sowie Angaben zu umsetzbaren Politikzielen bzw. zur Massnahmen-Evaluation bereitgestellt. Zudem werden neue Lösungsmassnahmen zur Verbesserung der Umweltperformance der Landwirtschaft entwickelt, insbesondere in den Bereichen Tierproduktion, pflanzenbauliche Bodennutzung, Hofdüngermanagement und Einsatz von fossiler Energie, N und P.
- Zur Bewertung der Nachhaltigkeit und Ökodesign auf Betriebsebene oder Folgenabschätzung von Änderungen der landwirtschaftlichen Tätigkeiten als Folge politischer Massnahmen, stehen den Behörden und angewandten Forschung aktuelle Instrumente und Informationen zur Verfügung, welche es ermöglichen, die Auswirkungen der landwirtschaftlichen Aktivitäten umfassend bezüglich der drei Säulen der Nachhaltigkeit zu bewerten.

Was ist neu im Forschungsfeld?

Zusätzlich zur Weiterführung laufend nachgefragter Aktivitäten sind folgende neue Aspekte zu erwähnen:

- Ausbau des Agrarumweltmonitorings durch Erhöhung der Anzahl untersuchter Landwirtschaftsbetriebe und einzelbetriebliche Rückmeldung an alle teilnehmenden Landwirte bezüglich der ökologischen Kennzahlen ihres Betriebes.
- Effizienzsteigerung bei umwelt- und raumrelevanten Abklärungen im ländlichen Raum dank Nutzung von AGIS-Daten.
- Folgeabschätzung von Änderungen politischer Regelungen inkl. z.B. Einführung von Lenkungsabgaben, bezüglich verschiedener Umweltwirkungen und der Ressourceneffizienz der Land- und Ernährungswirtschaft.
- Quantitative Erkenntnisse zur Wirkung neuer Minderungsmassnahmen zur Reduktion der Ammoniak- und Treibhausgas-Emission bei Fütterung, Weidegang und Stallhaltung von Milchkühen.
- Entwicklung eines modellgestützten, dynamischen Inventarisierungssystems für Kohlenstoff in Landwirtschaftsböden.
- Ausbau der Wirkungsabschätzungen der SALCA-Ökobilanzmethode durch zusätzliche Berücksichtigung standortspezifischer Unterschiede.
- Weitere Empfehlungen zur Reduktion des Nitratauswaschriskos im Acker- und Gemüsebau. Aufbau einer Messanlage zur Quantifizierung der gesamten Stickstoffverluste gedüngter Landwirtschaftsböden in der Lysimeteranlage Reckenholz.
- Anwendung der neu erarbeiteten Nachhaltigkeitsbewertungsmethode zur Beurteilung landwirtschaftlicher Prozesse oder Produkte bezüglich Ressourceneffizienz, Klimawirkung, Nährstoffmanagement, Ökotoxizität, Biodiversität, Bodenqualität, Landschaftsbild, Tierwohl, Soziales und Ökonomie.

Positionierung des SFF im Dreieck «Markt für Primärprodukte», «Betrieb» und «Ressourcen für die Produktion»

Die verschiedenen Tätigkeiten des SFF bis hin zur Nachhaltigkeitsbewertung decken einen breiten Bereich (blau) des Dreiecks ab; mit einem Schwergewicht in der Forschung zum Schutz und Nutzung der Ressourcen/Ökosysteme Schweizer Landwirtschaftsbetriebe bei der Erzeugung von Nahrungsmitteln oder anderer Ökosystemleistungen mit Nutzen für die Allgemeinheit.

Inhaltliche Schnittstellen zu den weiteren Forschungsfeldern

- **SFF 15** «Den Boden schützen und standortgerecht nutzen» beinhaltet das Monitoring der Bodenbelastungen sowie die Erforschung der grundlegenden Prozesse der Bodenfruchtbarkeit sowie die Weiterentwicklung der nachhaltigen Nutzung des Bodens für die Nahrungs- und Futtermittelproduktion.
- **SFF 5** «Nachhaltigen, risikoarmen Pflanzenschutz entwickeln»: Die ökotoxikologische Beurteilung von Pflanzenschutzmitteln wie auch die Suche nach umweltschonenden Alternativen wird in SFF 5 bearbeitet.
- **SFF 1** «Multifunktionale Graslandnutzung und Viehhaltung optimieren und aufeinander abstimmen» und SFF 2 «Ressourceneffiziente Anbaumethoden und -systeme für den Ackerbau und die Spezialkulturen entwickeln» befassen sich ebenfalls mit der Nährstoff- und Energieeffizienz, wenn auch deren Fokus der Untersuchungen stärker bei Einflussfaktoren auf Ertrag und Qualität der Nutzpflanzen und weniger bei Exaktmessungen und weitergehenden Abklärungen zu Stoff- und Energieflüssen liegt. Nährstoffkreisläufe werden vor allem im SFF 14 untersucht.
- **SFF 6** «Tiergerechte Haltung und Tiergesundheit stützen und fördern» erforscht die Effizienz und Wirtschaftlichkeit der Fütterung bei Nutztieren. Dies beeinflusst massgeblich die Emissionen der Tiere, wird dort jedoch nicht im Detail erforscht.

Die Nachhaltigkeitsbewertung hat kleine Überlappungen mit mehreren SFF. Der ganzheitliche Systemansatz über verschiedene Bereiche der Nachhaltigkeit über den ganzen Lebenszyklus ist jedoch spezifisch für das SFF 14.

Bestehende und neu geplante Zusammenarbeiten mit anderen Forschungsinstitutionen

Im Bereich der Forschung zu Treibhausgas-Emissionen von Wiederkäuern läuft eine intensive Zusammenarbeit mit Prof. M. Kreuzer, Tierernährung ETHZ und ein reger Fachaustausch mit ausländischen Instituten, der auch in Zukunft zu gemeinsamen Projektanträgen führen soll. Gasförmige Emissionen der Landwirtschaft sind auch Gegenstand gelegentlicher Aktivitäten gemeinsam mit FiBL und HAFL. Bezüglich Gewässerschutz bestehen gute Kontakte zur EAWAG, die ihren Fokus jedoch mehr auf die Problematik der Siedlungsabwässer oder Restwassermengen legt. Bezüglich mineralischer P-Recyclingdüngern ergänzen die praxisnahen Untersuchungen zu Düngewirkung in mehrjährigen Feldversuchen und zu Schadstoffgehalten im SFF 14 die früheren Forschungsarbeiten von Prof. E. Frossard ETHZ in Topfversuchen im Gewächshaus.

Die Akteure des Agrarumweltmonitorings und der nationalen Treibhausgasinventur stehen in regem Austausch mit internationalen Gremien (OECD, UNFCCC), in welchen Mitarbeitende von Agroscope teils als Experten mitwirken. Zur Weiterentwicklung der Ökobilanzmethodik und hinterlegten Datenbanken (SALCA – Swiss Agricultural Life Cycle Assessment) arbeitet Agroscope mit mehreren nationalen und internationalen Partnern zusammen. Wichtig ist dabei die Verknüpfung mit Ecoinvent (Schweizer Zentrum für Ökoinventare), welches gemeinsam von der ETH Zürich und Lausanne, der EMPA, dem PSI und Agroscope getragen wird.



**Projekte des SFF 14:
Nachhaltigkeit und Ökoeffizienz der Landwirtschaft bewerten
und Verbesserungsmöglichkeiten aufzeigen**

***Projets du CSR 14:
Evaluation de la durabilité et de l'écoefficient de l'agriculture
et mise en évidence des possibilités d'amélioration***

18.14.13.09.01	Emissionen von Mikroverunreinigungen aus der Landwirtschaft in die Gewässer
18.14.17.01.04	Bewertung von Massnahmen zur Minderung von Ammoniakemissionen
18.14.19.02.01	Reduktion landwirtschaftlicher Stickstoff- und Phosphoreinträge in die Gewässer der Schweiz
18.14.19.02.02	Optimierung von Ressourcennutzung und Stoffflüssen in Agrarökosystemen
18.14.19.02.03	Zentrale Auswertung von Agrarumweltindikatoren
18.14.19.07.01	Weiterentwicklung der Ökobilanzmethode und Berechnungswerkzeuge SALCA und Anwendung auf aktuelle Forschungsfragen
18.14.19.07.02	Entwicklung von Methoden für die Bewertung der Nachhaltigkeit von Landwirtschaftsbetrieben
18.14.20.03.04	Bewertung von Standorten und Geruchsimmissionen aus der Nutztierhaltung



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.14.13.09.01

Kurzbegriff/Projektakronym (max. 20 Zeichen)

Mikroverunreinigungen

Nr. Bereich.

13

Methodenentwicklung und Analytik (MEA)

Nr. Gruppe

13.9

Umweltanalytik

Projektleitung/Stellvertretung

Thomas Bucheli / Felix Wettstein

Projektdauer

3 Jahre

Projektstart

2018

Projektende

2020

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	286
Beitrag zu SFF	14
Beitrag zu weitem SFF	15

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	00.000
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☐ ja ☒ nein

Titel Originalsprache

Emissionen von Mikroverunreinigungen aus der Landwirtschaft in die Gewässer

Mikroverunreinigungen

Emission of micropollutants from agriculture to surface waters

Natürliche Toxine

Ausgangslage und Problemstellung

Emissionen aus der Landwirtschaft belasten die Oberflächengewässer nicht nur mit Nährstoffen und Pflanzenschutzmitteln, sondern auch mit Steroidhormonen aus der Nutztierhaltung und natürlichen Toxinen wie Mykotoxinen oder Pflanzentoxinen. Die Identität dieser Verbindungen, das Ausmass dieses Eintrags und die daraus resultierende Exposition von Oberflächengewässern mit diesen Arten von Mikroverunreinigungen sind weitgehend unbekannt.

Ziele und Forschungsfragen

Die Ziele dieses Projektes ergeben sich im Wesentlichen aus den drei Dissertationen, welche diesem zu Grunde liegen. In Kürze sind dies im Einzelnen:

- 1) Für „Phytotoxins: aquatic micropollutants of concern? (PHYCROPOLL)“: Die systematische Untersuchung der Exposition der aquatischen Umwelt mit Phytotoxinen,
- 2) Für „Estrogene aus der Landwirtschaft (EstroLand)“: Die quantitative Erfassung des Vorkommens und Verhaltens von Estrogenen aus der Landwirtschaft in Oberflächengewässern, und
- 3) Für „Natural Toxins and Drinking Water Quality – from Source to Tap (NaToxAq)“: Die systematische Identifizierung, Quantifizierung und Elimination von natürlichen Toxinen in Trinkwasser.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 14 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Das Projekt trägt bei zur Erfassung und Modellierung von Stoffflüssen aus der Landwirtschaft in die Umwelt und liefert wissenschaftliche Grundlagen zur Verringerung von Umweltbelastungen, namentlich der Oberflächengewässern, mit bis anhin grösstenteils vernachlässigten organischen Mikroverunreinigungen.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 15: Die beschriebenen Mikroverunreinigungen gelangen entweder über Hofdünger oder Nutzpflanzen zunächst auf den Boden. Entsprechend leistet dieses Projekt einen Beitrag zur Erfassung der Schadstoffbelastung des Bodens und zum Bodenschutz.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Natürliche Toxine kommen als sekundäre Metaboliten in einer Unzahl von (Nutz-)Pflanzen vor, auch im Biolandbau.

Material und Methoden (grob skizziert)

- Analytische Methodenentwicklung zur Bestimmung von Steroidhormonen und Pflanzentoxinen in Umweltmedien (Wasser, Hofdünger, Boden) mittels verschiedener Extraktionsverfahren und anschliessender Quantifizierung mittels LC-MS.
- Bestimmung chemisch-physikalischer Eigenschaften von Pflanzentoxinen mittels Batch-Verteilungsexperimenten, HPLC und Kolonnenversuchen.
- Durchführung verschiedener Feldstudien (Versuchsstall, Emissionsstudien aus Versuchsfeld Schlag 117, Hofdünger- und Oberflächengewässermonitoring).
- Dateninterpretation & Publikation

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Backe W.J. 2015 An Ultrasensitive (Parts-Per-Quadrillion) and SPE-Free Method for the Quantitative Analysis of Estrogens in Surface Water. Environ. Sci. Technol. 49, 14311-14318.
- Bucheli T.D. 2014 Phytotoxins: environmental micropollutants of concern? Environ. Sci. Technol. 48, 13027-13033.
- Combalbert S, Hernandez-Raquet G. 2010 Occurrence, fate, and biodegradation of estrogens in sewage and manure. Appl. Microbio. Biotechnol. 86, 1671-1692.
- Hoerger C.C., Wettstein F.E., Hungerbühler K., Bucheli T.D. 2009 Occurrence and origin of estrogenic isoflavones in Swiss river waters. Environ. Sci. Technol. 43, 6151-6157.
- Johnson A., Williams R., Matthiessen P. 2006 The potential steroid hormone contribution of farm animals to freshwaters, the United Kingdom as a case study. Sci. Total Environ. 362, 166-178.
- OECD 107: Partition Coefficient (n-octanol/water): Shake Flask Method. OECD Guidelines for the Testing of Chemicals 1995.
- OECD 117: Partition Coefficient (n-octanol/water), High Performance Liquid Chromatography (HPLC) Method. OECD Guidelines for the Testing of Chemicals 2004.
- Schenzel, J., Goss, K.U., Schwarzenbach, R.P., Bucheli, T.D., and Droge, S.T. 2012 Experimentally determined soil organic matter-water sorption coefficients for different classes of natural toxins and comparison with estimated numbers. Environ. Sci. Technol. 46, 6118-6126.
- Schoenborn A., Kunz P., Koster M. 2015 Estrogenic activity in drainage water: a field study on a Swiss cattle pasture. Environmental Sciences Europe. 27, 17.
- Zheng W., Yates S.R., Bradford S.A. 2007 Analysis of steroid hormones in a typical dairy waste disposal system. Environ. Sci. Technol. 42, 530-535.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet

(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Natürliche Toxine aus der Landwirtschaft wie Steroidhormone, Myko- und Pflanzentoxine sind Mikroverunreinigungen in unseren Gewässern. Das Projekt klärt ihre Identität, das Ausmass ihres Eintrages und die resultierende Umweltbelastung. Damit trägt es zur Minimierung des Risikos solcher Verbindungen für Mensch und Umwelt bei.

Emissionen aus der Landwirtschaft belasten die Oberflächengewässer nicht nur mit Nährstoffen und Pflanzenschutzmitteln, sondern auch mit Steroidhormonen aus der Nutztierhaltung und natürlichen Toxinen wie Myko- oder Pflanzentoxinen. Die Identität dieser Verbindungen, das Ausmass ihres Eintrags und die daraus resultierende Exposition der Gewässer sind weitgehend unbekannt und sollen in diesem Projekt geklärt werden. Hierfür werden spurenanalytische Methoden zu deren Quantifizierung in der Umwelt entwickelt und eine Reihe von Feldstudien durchgeführt. Die so erhobenen Daten dienen als Grundlage zur Minimierung des Umweltrisikos solcher Verbindungen.

Genehmigung des Projektes			
Datum:	30.8.17	Visum FGL:	buth
Datum:	31.10.17	Visum FBL / KBL:	jucr
Datum:	11.9.17	Visum V SFF:	baro



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.14.17.01.04

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Ammoniak-Minderung

Nr. Bereich.

17

Produktionssysteme Tier und Tiergesundheit

Nr. Gruppe

17.1

Wiederkäuer

Projektleitung/Stellvertretung

Sabine Schrade / Michael Zähler

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	1852
Beitrag zu SFF	14
Beitrag zu weitem SFF	06, 11, 13, 17

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	3.132, 3.136, 4.25, 4.44, 4.45, 4.46, 4.47, 4.48, 4.49, 4.50, 4.54, 4.64, 5.9, 9.28, 16.12, 20.76, 23.125, 23.178, 28.82
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Bewertung von baulichen, verfahrenstechnischen und organisatorischen Massnahmen zur Ammoniak-Minderung: Emissionen (NH₃, CH₄, N₂O, CO₂), Ethologie, Arbeitswirtschaft, Wirtschaftlichkeit, Funktion

Bewertung von Massnahmen zur Minderung von Ammoniakemissionen

Evaluation of structural, process-engineering and organisational ammonia abatement measures: emissions (NH₃, CH₄, N₂O, CO₂), ethology, labour economics, economics, practical feasibility

Emissionen, Rind, Minderungsmassnahmen, Ammoniak, Methan, Lachgas, Kohlendioxid, Milchviehhaltung, Tracergastechnik, Entmistung, Laufflächen, Weide, Tierverhalten, Hofdünger, Investitionen, Kosten, Arbeitswirtschaft, ganzheitliche Bewertung

Ausgangslage und Problemstellung

Die gesamtschweizerischen Emissionen von Ammoniak (NH₃) von rund 48 000 t NH₃-N jährlich müssen gemäss den Umweltzielen Landwirtschaft (BAFU und BLW, 2008) auf rund 25 000 t NH₃-N vermindert werden. Die NH₃-Emissionen stagnieren jedoch seit 2000 auf dem hohen Niveau von rund 48 000 t NH₃-N pro Jahr. Somit besteht nach wie vor eine grosse Ziellücke beim Erreichen der Umweltziele (Bundesrat, 2016). Nach Modellrechnungen stammten die NH₃-Emissionen im Jahr 2014 zu etwa 93 % aus der Landwirtschaft (FOEN, 2016). Davon kommen rund 34 % aus der Stallhaltung von Nutztieren. Rindvieh hat mit 79 % den grössten Anteil an den NH₃-Emissionen. Der Anteil der Stallhaltung von Milchvieh an den gesamten NH₃-Emissionen gewinnt zunehmend an Bedeutung. Ursache dafür ist unter anderem die Zunahme der verschmutzten Flächen bei der Umstellung vom Anbindestall zum Laufstall. Zur Erreichung der Umweltziele sind demnach praxistaugliche Massnahmen zur Minderung von NH₃-Emissionen aus der Rindviehhaltung nötig, die in bestehenden Ställen bzw. Neu- und Umbauten unter Schweizer Haltungsbedingungen umgesetzt werden können. Die Erwartungen an Agroscope von Seiten des Vollzugs, von Firmen, der Beratung und im Rahmen von Förderprogrammen bzw. Massnahmenplänen von Bund und Kantonen für eine verbesserte Datengrundlage von NH₃-Minderungsmaßnahmen sind gross. Zur breiten Umsetzung von Minderungsmaßnahmen müssen sowohl die Minderungswirkung im Praxismassstab quantifiziert sein als auch eine ganzheitliche Bewertung der Massnahmen vorliegen (Ethologie, Investitionen und Jahreskosten, Arbeitszeit, Energieeffizienz, Effekte auf weitere Schadgase, weitere Umweltwirkungen etc.).

Dieses Projekt leistet sowohl im nationalen als auch internationalen Kontext wichtige Beiträge zur Bewertung und zum Vergleich von NH_3 -Minderungsmaßnahmen der Rindviehhaltung und somit zur Reduktion der NH_3 -Emissionen. Weiter dienen die Ergebnisse zur Aktualisierung von nationalen und internationalen Emissionsinventaren sowie als Grunddaten für Emissionsmodelle (z.B. Agrammon), der Modellierung von Umweltwirkungen (z.B. Ökobilanzen) und Stoffflüssen (z.B. Agrammon). Mit diesem Projekt finden die 2015 begonnen Emissionsmessungen im Emissionsversuchsstall in Tänikon in Zusammenarbeit mit der Empa ihre Fortsetzung. Die ganzheitliche Bewertung von NH_3 -Minderungsmaßnahmen leistet weiter einen Beitrag, wie Neu- und Umbauten landwirtschaftlicher Milchviehställe nachhaltig gebaut und betrieben werden.

Ziele und Forschungsfragen

Ziele:

Baulich-technische und organisatorische Massnahmen sowie ggf. Fütterungsstrategien zur Minderung von NH_3 -Emissionen bei Laufstallhaltung für Milchvieh sind bis zur Praxisreife (weiter-) entwickelt und das Minderungspotenzial im Emissionsversuchsstall vergleichend quantifiziert. Relevante Einflussgrößen auf die Emissionen wie beispielsweise Stall- und Aussenklima, Fütterungsaspekte, Verfahrenstechnik etc. sind aufgezeigt. Mit Blick auf eine ganzheitliche Bewertung der Minderungsmaßnahmen sind weitere Aspekte wie Tierverhalten, Investitionen, laufende Kosten, Arbeitszeit-, Energiebedarf, Wasserverbrauch etc. untersucht. Darüber hinaus sind Emissionen von klimarelevanten Gasen (Methan, Lachgas, Kohlendioxid) sowie ggf. von Feinstaub (PM_{10}) im Zusammenhang mit NH_3 -Emissionen im Emissionsversuchsstall quantifiziert.

Empfehlungen zu NH_3 -Minderungsmaßnahmen und zum Bau von Milchvieh-Laufställen stehen als Entscheidungshilfen für Bundesämter, Vollzug, Berater, Stallplanung und Landwirtschaft zur Verfügung.

Methodische Fragestellungen zur Tracer-Ratio-Methode bzw. ein Vergleich mit weiteren Messansätzen zur Bestimmung von Emissionen sind bearbeitet.

Forschungsfragen:

Allgemein: Mit welchen baulich-technischen bzw. organisatorischen Massnahmen oder Fütterungsstrategien können NH_3 -Emissionen aus der Milchviehhaltung nachhaltig reduziert werden? Welche Synergieeffekte (z.B. Klauen-/Tiersauberkeit, ungestörtes Fressen etc.) bzw. Nebenwirkungen auf Umwelt (z.B. pollution swapping, Energie-/Wasserverbrauch), auf Tiere (z.B. Ausrutschen, Milchleistung) bzw. auf Betriebs- und Arbeitswirtschaft (z.B. Investitionen, Wartungsaufwand etc.) bringen NH_3 -Minderungsmaßnahmen mit sich?

Optimierte Entmistung: Können mit automatisierter Entmistung (z.B. Entmistungsroboter) die Reinigungsqualität von planbefestigten Laufflächen verbessert und die NH_3 -Emissionen reduziert werden? Wie kann die automatisierte Entmistung optimiert werden (z.B. Reinigungsprinzip, Reinigungswerkzeuge, Routenwahl, Befeuchtung, Steuerung etc.)? Welchen Einfluss hat häufige automatisierte Entmistung auf das Tierverhalten? Wie hoch sind Investitionen und laufende Kosten?

Emissionsoptimierte perforierte Laufflächen: Welche emissionsoptimierten perforierten Laufflächen-Systeme aus dem Ausland sind auf Schweizer Haltungssysteme übertragbar? Wie hoch ist das NH_3 -Minderungspotenzial unter Schweizer Haltungsbedingungen? Gibt es Synergieeffekte (z.B. Tiersauberkeit) bzw. negative Umweltwirkungen (z.B. pollution swapping)? Wo liegen die Grenzen bezüglich der Praxistauglichkeit unter Schweizer Bedingungen (z.B. Frost, Einstreu, ...)?

Stallhaltung kombiniert mit Weidegang: Wie hoch ist das NH_3 -Minderungspotenzial bei Stallhaltung kombiniert mit Weidegang (Weidedauer gestaffelt)? Welche Auswirkungen hat der Weidegang auf Aspekte wie Milchleistung, Milchinhaltsstoffe, Fütterung, Kosten, Fress- und Wiederkäuerverhalten etc.? Wie wirken sich unterschiedliche Weidedauern auf den Hofdüngeranfall im Stall aus?

Methodische Aspekte: Wie gut ist die Übereinstimmung der kalkulierten Emissionen zwischen der Tracer-Ratio-Methode und der CO_2 -Bilanzierung? Wo liegen die Grenzen der CO_2 -Bilanzierung (Laufhof, hohe Lufrate, Hintergrundquellen etc.)? Welche weiteren Messmethoden eignen sich für die Quantifizierung von NH_3 -Minderungsansätzen?

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 14 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Die systematische Quantifizierung von NH_3 -Minderungsmaßnahmen aus der Milchviehhaltung schliesst einerseits Lücken bei Emissions- und Stoffflussmodellen sowie beim Inventar. Mit der gleichzeitigen Erhebung von CH_4 -, N_2O - und CO_2 -Emissionen werden weitere Effekte wie pollution swapping aufgezeigt. Zudem dienen diese Daten zur Aktualisierung des Inventars. Die Dokumentation von relevanten Begleitparametern zeigt weitere Effekte (z.B. Klima, Fütterung) auf die Emission auf. Die Ergebnisse der ganzheitlichen Bewertung von NH_3 -Minderungsmaßnahmen mit Untersuchungen im Praxismasstab ermöglichen Empfehlungen und Entscheidungshilfen für Politik, Vollzug, Beratung, Planer und praktische Landwirtschaft. Methodische Schnittstellen bei der Beprobung von Gülle bestehen zum Projekt EstroLand (BAFU teil-finanziert, im Agroscope-Projekt Mikroverunreinigungen 18.14.13.9.01 integriert).

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)
zu SFF Nr. 6: Die Optimierung von Haltungssystemen hinsichtlich NH ₃ -Emissionen leistet einen Beitrag zur Verbesserung der Ressourceneffizienz und damit auch zur besseren Akzeptanz der Tierhaltung in der Gesellschaft. Die Ergebnisse aus Messungen im Praxismassstab zeigen auf, wie sich bauliche, verfahrenstechnische und organisatorische NH ₃ -Minderungsmaßnahmen in der Milchviehhaltung auf ökologische Parameter (GHG-Emissionen, Energie-/Wasserverbrauch etc.), Tierverhalten (z.B. Fress-/Wiederkäuerverhalten, Ausrutschen, Nutzung von Stallbereichen), Leistung (Milchmenge, -Inhaltsstoffe), Tiersauberkeit, Arbeitszeitbedarf und Betriebswirtschaft auswirken.
zu SFF Nr. 11: In Absprache mit SFF11 wird die automatisierte Entmistung mit Blick auf verbesserte Reinigungsqualität optimiert (z.B. Routen, Steuerung). Weiter werden diverse Sensoren (z.B. Stallklimasensoren, Wiederkäuser) unter Stallbedingungen angewendet und ggf. Auswertungs-Algorithmen oder -Routinen evaluiert bzw. (weiter-)entwickelt.
zu SFF Nr. 13: Kosten und Nutzen von technischen Neuerungen zur Steigerung der Ressourceneffizienz durch Verminderung von NH ₃ -Emissionen werden aufgezeigt.
zu SFF Nr. 17: Klimarelevante Emissionen vom Stall (auch in Kombination von Weide) werden erfasst. Detaillierte Daten zum Stallklima werden bei verschiedenen Witterungsbedingungen dokumentiert.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)
Übertragung der Resultate und Massnahmen auf Biobetriebe möglich, da sich Haltungssysteme weitestgehend entsprechen

Material und Methoden (grob skizziert)
Die Untersuchungen der NH₃-Minderungsmaßnahmen werden im Emissionsversuchsstall (EVS) Waldegg in Zusammenarbeit mit der Empa in jeweils drei Jahreszeiten durchgeführt. Der EVS ermöglicht mit zwei Versuchsabteilen für je 20 laktierende Kühe vergleichbare Bedingungen im Praxismassstab. Mit modularer Bauweise können Umbauten für Varianten effizient variiert und flexibel genutzt werden. Technische Optimierungsschritte werden in Kooperation mit Firmen durchgeführt und erfolgversprechende Minderungsmaßnahmen bis zur Praxisreife entwickelt. Das Minderungspotenzial der baulichen, verfahrenstechnischen und organisatorischen Minderungsmaßnahmen wird vergleichend zur Referenzvariante gemessen. Messungen in je drei Jahreszeiten (Sommer, Übergangszeit, Winter) pro Massnahme decken das klimatische Spektrum über ein gesamtes Jahr ab. Für die Bestimmung von Emissionen bei freier Lüftung und von Flächenquellen wie Laufhöfen wurde von Agroscope und Empa gemeinsam eine Tracer-Ratio-Methode mit zwei Tracergasen (SF₆, SF₅CF₃) entwickelt (Zeyer <i>et al.</i>, 2007, Schrade, 2009, Schrade <i>et al.</i>, 2012). Damit können die Emissionen von zwei Stallbereichen separat bestimmt bzw. zwei Emissionsquellen mit unterschiedlicher Quellstärke abgebildet werden. Die Analyse der beiden Tracergase erfolgt simultan mittels Gaschromatographie (GC-ECD). NH₃, CH₄, N₂O und CO₂ werden mittels Laserspektroskopie quantifiziert. Um relevante Einflussgrössen auf die Bildung und Freisetzung von NH₃ und klimarelevanten Gasen abzudecken und die Emissionssituation möglichst vollständig zu beschreiben, wird eine Vielfalt an Begleitparametern erfasst. Diese werden im Einzelnen je nach Minderungsmaßnahme angepasst: - Klima im Stall und im Außenbereich: Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Lufttemperatur, Gülletemperatur, rel. Luftfeuchtigkeit, Luftdruck, Globalstrahlung usw. - Tierparameter: Lebendmasse, Leistung, Milchlarnstoffgehalt, Milchinhaltstoffe, Tieraufenthalt, Verhalten, Tiersauberkeit usw. - Daten zu Fütterung-, Einstreu und Exkrementen: Massen, Inhaltsstoffe, Güllevolumen usw. - Laufflächenverschmutzung: Zur Bewertung ist der Laufflächenverschmutzung ist vorgesehen, neben bisher erhobenen Parametern zur Laufflächenverschmutzung wie Art, Höhe, Entmistungsqualität etc. weitere Kriterien einzubeziehen. - Management-Aktivitäten: Entmistungs-, Einstreu-, Melk- und Fütterungszeiten usw. Zur ganzheitlichen Bewertung der NH₃-Minderungsmaßnahmen werden weitere Investitionen und Jahreskosten berechnet und ggf. der Arbeitszeitbedarf erhoben. Folgende NH₃-Minderungsmaßnahmen sind in den kommenden Jahren geplant: Emissionsoptimierte perforierte Laufflächen, optimierte automatisierte Entmistung (Einbau von erfolgsversprechenden Systemen bzw. Weiterentwicklungen von bestehenden Systemen zu Reinigungsprinzip und -werkzeug, Befeuchtung sowie Steuerung), Kombination von Stallhaltung mit Weidegang (z.B. gestaffelte Weidedauer). Darüberhinaus können Fütterungs- und Stallklimavarianten sowie die Kombination verschiedener NH₃-Minderungsmaßnahmen untersucht werden. Die Ressourcen bei den Versuchstechnikern (VT) stehen bei diesem Projektumfang in Konkurrenz mit anderen Projekten in Tänikon (muss noch geklärt werden).

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)
• Bougouin, A., Leytem, A., Dijkstra, J., Dungan, R.S. & Kebreab, E. 2016. Nutritional and environmental effects on ammonia emissions from dairy cattle housing: a meta-analysis. <i>Journal of Environmental Quality</i>, 45, 1123-1132.

- Edouard, N., Mosquera, J., Dooren H.J.C van, Mendes, L.B. & Ogink, N.W.M. 2016. Comparison of CO₂- and SF₆-based tracer gas methods for the estimation of ventilation rates in a naturally ventilated dairy barn. Biosystems Engineering, 149, 11-23.
- Poteko, J., Schrade, S., Steiner, B., Zähler, M., Bernik, R., & Schick, M. 2016. Quantifying the residual soiling mass after the removal of dung from solid floor surfaces in dairy housing: development and validation of a measuring method and results of comparative measurements. In: Proc. 25th Int. Scientific Symposium on Nutrition of Farm Animals, Zdravec-Erjavec Days 2016, Radenci, Slovenia, Bd. 25, 119-124
- Schrade, S., Zeyer, K., Gygax, L., Emmenegger, L., Hartung, E. & Keck, M. 2012. Ammonia emissions and emission factors of naturally ventilated dairy housing with solid floors and an out-door exercise area in Switzerland. Atmospheric Environment, 183–194.
- Schrade, S. & Keck, M. 2012. Ammoniak aus Rindviehställen: Emissionsfaktoren und Hochrechnung für die Schweiz. Agrarforschung Schweiz, 3, 486–491.
- Schrade, S., Zähler, M., Poteko, J., Steiner, B., Keck, M., Sax, M., Herzog, D. & Schick, M. 2015. Versuchsstall zur Entwicklung und Quantifizierung von Maßnahmen zur Minderung von Emissionen. In: Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, KTBL, Darmstadt, Deutschland, 450-455
- Sommer, S. G., Zhang, G. Q., Bannink, A., Chadwick, D., Harrison, J. H., Hutchings, N. J., Menzi, H., Monteny, G. J., Ni, J. Q., Oenema, J. & Webb, J. 2006. Algorithms determining ammonia emissions from buildings housing cattle and pigs and from manure stores. Advances in Agronomy, 89, 261-335.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Die Nutztierhaltung bringt unerwünschte Emissionen in Form von Ammoniak und Treibhausgasen mit sich. Um die Umweltziele Landwirtschaft zu erreichen, sind wirksame und zugleich praxistaugliche Massnahmen nötig. Im Emissionsversuchsstall für Milchvieh werden bauliche, verfahrenstechnische und organisatorische Minderungsmaßnahmen sowie Fütterungsstrategien vergleichend untersucht und bewertet.

Zur Erreichung der Umweltziele Landwirtschaft sind praxistaugliche Massnahmen zur Minderung von Ammoniak-Emissionen aus der Rindviehhaltung nötig, die in bestehenden Ställen bzw. Neu- und Umbauten unter Schweizer Haltungsbedingungen umgesetzt werden können. Agroscope entwickelt und bewertet im Emissionsversuchsstall für Milchvieh bauliche, verfahrenstechnische und organisatorische Minderungsmaßnahmen sowie Fütterungsstrategien. Neben der Bestimmung der Emissionen (Ammoniak, Treibhausgase) mit der Tracer-Ratio-Methode werden weitere Parameter wie Klimadaten, Tierverhalten, Fütterungsdaten, Laufflächenverschmutzung etc. erhoben. Die Ergebnisse bilden die wissenschaftlich fundierte Grundlage einerseits für politische Entscheidungen als auch für Empfehlungen für Milchviehhalter, Berater, Planer und Stallbaufirmen.

Genehmigung des Projektes

Datum: 23.08.2017	Visum FGL: dofr
Datum: 31.10.2017	Visum FBL / KBL: hehd
Datum: 11.9.2017	Visum V SFF: baro



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.14.19.02.01

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Gewässerschutz N und P

Nr. Bereich.

19 Agrarökologie und Umwelt

Nr. Gruppe

19.2 Gewässerschutz und Stoffflüsse

Projektleitung/Stellvertretung

Volker Prasuhn / Ernst Spiess

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	1773
Beitrag zu SFF	14
Beitrag zu weitem SFF	15, 2, 16

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	1.6; 3.3; 3.60; 9.9; 18.35
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Reduktion landwirtschaftlicher Stickstoff- und Phosphoreinträge in die Gewässer der Schweiz

Reduktion landwirtschaftlicher Stoffeinträge in Gewässer

Reduction of nitrogen and phosphorus losses from agriculture to waterbodies

water protection, nitrogen, phosphorus, soil erosion, diffuse pollution, lysimeter

Ausgangslage und Problemstellung

Stickstoff(N)- und Phosphor(P)-Verluste aus der Landwirtschaft beeinträchtigen nach wie vor die Oberflächengewässer und das Grundwasser der Schweiz. Die gesteckten Umweltziele der schweizerischen Agrarpolitik bezüglich Gewässerqualität konnten gemäss «Umweltziele Landwirtschaft, Statusbericht 2016» (BAFU und BLW 2016) bisher grösstenteils nicht erreicht werden. Bestehende (Art. 62a GSchG) und neue regionale Programme (Art. 77a LwG) des Bundes sollen u. a. zur Behebung dieser Defizite beitragen. Für die Beurteilung der Effizienz der zu ergreifenden Massnahmen bedarf es wissenschaftlicher Grundlagen.

Zur Grundwasserbelastung mit Nitrat fehlen gesicherte, quantitative Angaben zu Auswirkungen des Biolandbaus, des Gemüseanbaus, konservierender Bodenbearbeitungsverfahren, des Anbaus verschiedener Zwischenkulturen sowie des Einsatzes von Hofdüngern unter schweizerischen Bedingungen. Mittels langjähriger, bestehender Lysimeterversuche sowie neuer Lysimeterversuche zu aktuellen Fragestellungen, wie z. B. dem Gemüseanbau, liefern wir wissenschaftliche Ergebnisse und Empfehlungen für die Praxis dazu.

Bezüglich der Phosphorbelastung von Oberflächengewässern durch Abschwemmung, Drainagen und Erosion sind bestehende Instrumente wie die Erosionsrisikokarte (ERK2) und die Gewässeranschlusskarte (GAK2) zu verbessern. Die genaue Identifikation von Flächen und Kurzschlüssen (Drainagen, Einlaufschächte), die zur Gewässerbelastung beitragen, soll helfen, gezielt und effizient Massnahmen planen zu können. Die Wirksamkeit von neuen Verminderungsmassnahmen (z. B. Querdammhäufel im Kartoffelanbau) wird getestet.

Mit dem Stoffflussmodell MODIFFUS wurden für die Schweiz flächendeckend die diffusen N- und P-Einträge in die Gewässer berechnet und mögliche Entwicklungen für 2025 aufgezeigt. Die Erkenntnisse zu den Nährstoffeinträgen in die Gewässer lassen sich teilweise auch auf die Pflanzenschutzmitteleinträge (PSM) übertragen. Dadurch werden Beiträge zum Nationalen Aktionsplan PSM geliefert, insbesondere zu den Punkten 6.2.1.2 (Reduktion der Abschwemmung von PSM in Oberflächengewässer) und 6.2.1.3 (Entwicklung von Strategien zur Reduktion der PSM-Einträge in Oberflächengewässer über Drainagen, die Entwässerung von Strassen und Wegen und über Schächte zu Parzellen).

Ziele und Forschungsfragen

Oberziel: Quantifizierung der N-, P- und Sedimenteinträge aus der Landwirtschaft in die Gewässer und der Wirkung von Reduktionsmassnahmen mittels Messungen unter teilkontrollierten Bedingungen (Lysimeter), im Feld sowie über Modellierungen.

Teilziele:

- a) Messung der Nitratauswaschung bei unterschiedlichen Anbausystemen (Vergleich Biolandbau - ÖLN) mittels langjähriger Lysimeterversuche und neuer Lysimeterversuche zu Kulturmassnahmen (z. B. Anbau verschiedener Zwischenkulturen, Hofdüngeranwendung) und zu Auswirkungen des Gemüseanbaus mit und ohne Abfuhr der Ernterückstände.
- b) Bestimmung von Boden- und P-Verlusten durch Wassererosion mittels Messungen unter Feldbedingungen (Langzeitmonitoring Frienisberg) und Modellierungen (Erosionsrisikokarte, Gewässeranschlusskarte).
- c) Identifizierung des Einflusses von beitragenden Flächen und Kurzschlüssen (Drainagen, Einlaufschächte) auf Stoffeinträge in Gewässer.
- d) Quantifizierung der diffusen N- und P-Austräge aus der Landwirtschaft in die Gewässer der Schweiz durch Weiterentwicklung des Stoffflussmodells MODIFFUS.
- e) Wissenschaftliche Begleitung von Projekten nach GSchG Art. 62a (Baldeggersee [LU], Gäu [SO]).
- f) Erarbeitung von wissenschaftlichen Grundlagen für die Agrarumweltindikatoren Erosionsrisiko, N- und P-Bilanzen und potentielle N-Emissionen.
- g) Beiträge zur internationalen Berichterstattung des BLW und BAFU im Bereich des Gewässer- und Erosionsschutzes (z. B. für OECD, IKS, OSPAR).
- h) Wissenschaftliche Beiträge zum Nationalen Aktionsplan Pflanzenschutzmittel.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 14 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Wir liefern praktikable Lösungen und Massnahmen für Politik und Landwirte zur Minderung von Nährstoffemissionen in die Gewässer und leisten damit einen Beitrag, die Ziellücken bei den Umweltzielen im Bereich der Gewässerbelastungen zu reduzieren. Wir erarbeiten Systemwissen und Grundlagen für die Agrarumweltindikatoren Erosionsrisiko, N- und P-Bilanz und potentielle N-Emissionen. Wir liefern Beiträge zur Ökobilanzierungsmethode SALCA (SALCA-P, SALCA-N, SALCA-Bodenqualität). Mit der Aktualisierung und Weiterentwicklung von Erosionsrisiko- und Gewässeranschlusskarte erarbeiten wir Systemwissen und Entscheidungshilfen für eine nachhaltige Bodennutzung, die gleichzeitig die Ziele des Gewässerschutzes berücksichtigt. Gleiches gilt für die Nitratauswaschung ins Grundwasser. Wir beurteilen verschiedene Anbau- und Bewirtschaftungsverfahren des Acker- und Gemüsebaus und leiten daraus Empfehlungen für die Praxis ab. Das System- und Prozessverständnis von Bodensystemen kann in den Lysimetern optimal erweitert werden. Unsere Forschung liefert einen Wissensbeitrag zur Verbesserung der Resilienz von Agrarökosystemen, zur Steigerung der Ressourceneffizienz und zur Minderung von Emissionen in die Umwelt, speziell in die Gewässer.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 15: Boden- und Gewässerschutz sind sehr eng und vielfältig miteinander verknüpft. Standortangepasste Bodennutzung ist eine der zentralen Reduktionsmassnahmen von Nährstoffeinträgen in die Gewässer. Bodenerosion gilt als eine der grössten Gefahren für die Ressource Boden.

zu SFF Nr. 2: Ressourceneffizienz bezüglich Wasser, Boden und Nährstoffen verschiedener Anbauverfahren; standortangepasste Landwirtschaft bezüglich Bodenerosion, Abschwemmung und Nitratauswaschung

zu SFF Nr. 16: Feuchttackerflächen und Biodiversität: Abgrenzung, Bedeutung und Vorkommen von Feuchttackerflächen, Konflikte mit dem Gewässerschutz, Drainagenproblematik.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Vergleich Biolandbau und Ökologischer Leistungsnachweis (ÖLN) bezüglich Höhe der Nitratauswaschung in Lysimeterversuchen, Nitratauswaschungsfrachten im Biolandbau

Material und Methoden (grob skizziert)

- Die auf der 72er-Lysimeteranlage laufenden Versuche zur Nitratauswaschung wurden als Langzeitversuche angelegt und werden entsprechend den Versuchsplänen fortgeführt. Ergebnisse dieser Lysimeterversuche fliessen in das Stoffflussmodell MODIFFUS sowie in die Ökobilanzmethode SALCA-N ein.
- Auf der 12er-Lysimeteranlage wird im Rahmen des «Nitratprojekts Gäu-Oltén (NitroGäu)» (fremdfinanziert) die Nitratauswaschung unter intensivem Gemüseanbau untersucht.

- Die Erosionsrisikokarte der Schweiz (ERK2) wird weiterentwickelt und deren Einsatz in der Praxis wissenschaftlich begleitet.
- Die Identifizierung der zur P-Belastung beitragenden Flächen am Baldeggersee wird über umfangreiche Feldmessungen (automatische Wasserprobennehmer) und die Weiterentwicklung des bestehenden Niederschlags-Abfluss-Modells vollzogen (fremdfinanziert).
- Das an Agroscope entwickelte Stoffflussmodell MODIFFUS wird weiterentwickelt.
- Die Erkenntnisse aus den Lysimeter- und Felduntersuchungen bezüglich Erosion, Abschwemmung und Auswaschung von Nährstoffen werden für die Beurteilung der Risiken von Pflanzenschutzmittelausträgen genutzt.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Alder, S., Prasuhn, V., Liniger, H., Herweg, K., Hurni, H., Candinas, A., Gujer, H. U. (2015): A high-resolution map of direct and indirect connectivity of erosion risk areas to surface waters in Switzerland - A risk assessment tool for planning and policy-making. Land Use Policy. 48, 236-249.
- Hürdler, J., Spiess, E., Prasuhn, V. (2015): Diffuse Nährstoffeinträge in Gewässer. Aqua & Gas 9, 66-78.
- Oberholzer, S., Prasuhn, V., Hund, A. (2017): Crop Water Use under Swiss Pedoclimatic Conditions – Evaluation of Lysimeter Data Covering a Seven-Year Period. - Field Crops Research 211, 48-65.
- Prasuhn, V. (2016): Abklärungen zum Umweltziel Landwirtschaft: Reduktion der landwirtschaftsbedingten Stickstoffeinträge in die Gewässer um 50 % gegenüber 1985. - Bericht im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU). Agroscope Zürich, 38 S.
- Prasuhn, V., Chervet, A. (2017): Erosionsschutz in der Region Frienisberg - eine Erfolgsgeschichte. - Bodenbericht 2017, VOL Bern, 38-42.
- Prasuhn, V., Möhring, A., Bystricky, M., Nemecek, T., Gaillard, G. (2017): Ökonomische und ökologische Beurteilung von Gewässerschutzszenarien. Agrarforschung (im Druck).
- Prasuhn, V., Lemann, T., Schwilch, G., Bachmann, F., Bandi, M., Jaunin, V., Kellermann, L., Burgos, S. (2017): Der Einfluss von Lochstern und Querdammhäufel auf Erosion und Staunässe im Kartoffelanbau. BGS-Bulletin (im Druck).
- Prasuhn, V., Humphrys, C., Spiess, E. (2016): Seventy-two Lysimeters for Measuring Water Flows and Nitrate Leaching under Arable Land. NAS International Workshop on Applying the Lysimeter Systems to Water and Nutrient Dynamics. Wanju, Südkorea, 124-146.
- Spiess, E., Prasuhn, V., Humphrys, C. (2017): Einfluss des Umbruchtermins und des Alters einer Ansaatwiese auf die Nitratauswaschung. 17. Gumpensteiner Lysimetertagung, 87-92.
- Torrentó, C., Prasuhn, V., Spiess, E., Ponsin, V., Melsbach, A., Lihl, C., Glauser, G., Hofstetter, T., Elsner, M., Hunkeler, D. (2017): Adsorbing versus non-adsorbing tracers for assessing pesticide transport in arable soils. Vadose Zone Journal.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet

(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Einträge von Stickstoff (N) und Phosphor (P) aus der Landwirtschaft in die Gewässer sind eines der wichtigsten landwirtschaftlichen Umweltprobleme. Agroscope erarbeitet in Lysimeter- und Feldversuchen wissenschaftliche Erkenntnisse zur Verminderung der Nährstoffverluste aus der Landwirtschaft in Oberflächengewässer und Grundwasser und leitet Empfehlungen für die Praxis daraus ab.

Stickstoff(N)- und Phosphor(P)-Verluste aus der Landwirtschaft beeinträchtigen nach wie vor die Oberflächengewässer und das Grundwasser der Schweiz. Wir erarbeiten in diesem Projekt in Lysimeter- und Feldversuchen wissenschaftliche Grundlagen zu den wichtigsten Verlustpfaden (Abschwemmung, Erosion, Drainage, Auswaschung) und testen praxistaugliche Massnahmen zur Verminderung der Stoffeinträge in die Gewässer. Die gewonnenen Forschungsdaten und -erkenntnisse dienen einerseits der landwirtschaftliche Beratung und Praxis, andererseits bilden sie eine Grundlage für die Weiterentwicklung von Simulationsmodellen und von Ökobilanzierungsinstrumenten. Weitere Arbeiten im Bereich der Politikberatung und des Gesetzesvollzugs dienen verschiedenen Behörden, primär dem BLW und dem BAFU.

Genehmigung des Projektes

Datum: 31.08.2017	Visum FGL: rrwa
Datum: 11.9.2017	Visum FBL / KBL: baro
Datum: 11.9.2017	Visum V SFF: baro



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.14.19.02.02

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Ressourcennutzung

Nr. Bereich.

19 Agrarökologie und Umwelt

Nr. Gruppe

19.2 Gewässerschutz und Stoffflüsse

Projektleitung/Stellvertretung

Mayer Jochen / Richner Walter

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	5344
Beitrag zu SFF	14
Beitrag zu weitem SFF	15, 2

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	1.11, 3.7, 9.4, 9.10, 12.16, 17.48, 18.12, 18.22, 18.24, 18.25, 18.29, 18.74, 18.77, 28.98
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Optimierung von Ressourcennutzung und Stoffflüssen in Agrarökosystemen

Ressourcennutzung in Agrarökosystemen

Optimisation of resource use and substance flows in agroecosystems

Resource use efficiency, N and P use efficiency, organic fertilisers, biochar, legumes, nutrient balances, long-term field trials, sustainable intensification, sustainable land use

Ausgangslage und Problemstellung

Die Landwirtschaft der Zukunft steht in der Schweiz wie global grossen Herausforderungen gegenüber. Sie muss sich bei knapper zur Verfügung stehenden Ressourcen wie Pflanzennährstoffe (v. a. Phosphor [P]), Energie und landwirtschaftlich nutzbare Flächen an zunehmende Klimaextreme anpassen wie auch einen erhöhten Bedarf an Nahrungsmitteln bzw. industriellen Vorprodukten decken. Diesen Herausforderungen kann nur begegnet werden, wenn es gelingt, landwirtschaftliche Nutzungssysteme zu entwickeln, die eine Produktivitätssteigerung bei geringerem oder zumindest gleich bleibendem Ressourceneinsatz ermöglichen und gleichzeitig negative Umwelteffekte vermindern (ökologische Intensivierung). Ein wesentlicher Schlüssel dazu ist die Optimierung der Ressourcennutzung sowie der Stoffflüsse in Agrarökosystemen, wobei Agrarökosystem hier auf betrieblicher und überbetrieblicher Ebene verstanden wird. Schlüsselprozesse sind hierzu:

- die Verbesserung der Nährstoffeffizienz im System Boden-Dünger-Pflanze,
- insbesondere für P die Evaluierung und Einführung neuer Düngerformen aus überbetrieblichen, teils ausserlandwirtschaftlichen Stoffkreisläufen (z. B. mineralische Recyclingdüngern aus Klärschlammmasche),
- der Einsatz von Pflanzenkohle in der Landwirtschaft.

Die P-Form in mineralischen Recyclingdüngern ist entscheidend für die P-Aufnahme durch landwirtschaftliche Kulturen und die Auswirkungen auf Ökosysteme (P-Abschwemmung in Oberflächengewässer). Die Eignung solcher neuer Dünger muss deshalb in praxisnahen Versuchen evaluiert werden. Auch bezüglich des Einsatzes von Pflanzenkohle in der Landwirtschaft besteht Forschungsbedarf.

Ziele und Forschungsfragen

Das Projekt fokussiert auf die Optimierung der Ressourcennutzung in landwirtschaftlichen Produktionssystemen, primär durch:

- Substituierung von N-Mineraldüngern, deren Herstellung mit einem hohen Energieaufwand verbunden ist, durch Hofdünger,
- Ersatz von P-Mineraldüngern, deren Ausgangsmaterial aus knapper werdenden Lagerstätten stammt und zunehmend mit Schwermetallen belastet ist, durch mineralische P-Recyclingdünger, und
- Einsatz von Pflanzenkohle in der Landwirtschaft.

Durch die damit einhergehende Verbesserung der Nährstoffeffizienz wird eine Verringerung der Nährstoffverluste in die Umwelt angestrebt. Mittels Untersuchungen von Nährstoffbilanzen auf verschiedenen Skalenebenen werden grundlegende Erkenntnisse für die weitere Optimierung der Ressourcennutzungseffizienz von Agrarökosystemen geschaffen. Ein grosser Teil der gewonnenen Forschungsergebnisse dient der Wahrnehmung von Aufgaben im Bereich der Vollzugsunterstützung und des Agrarumweltmonitorings.

Teilziele

1. Verbesserte Ausnutzung von Nährstoffen, insbesondere Stickstoff (N), von organischen Düngern sowie von Leguminosen:
 - a. Optimaler Einsatz von Hof- und Recyclingdüngern:
Ertragswirkung und N-Effizienz im Biolandbau (BLW-Projekt Agroscope-FiBL, November 2017 bis Juni 2021). Die N-Nutzungseffizienz, Nitratauswaschung und Ammoniakverluste werden für die wichtigsten organischen Hof- und Recyclingdünger untersucht: Kompost, Gärgut fest und flüssig, Gülle und Biogasgülle;
 - b. Begleitforschung zur Optimierung der gesamtbetrieblichen N-Bewirtschaftung im BLW-Ressourcenprojekt «agroCO2ncept Flaachtal»;
 - c. Abschätzung der Höhe der unvermeidbaren N-Verluste in Abhängigkeit von Standort und Bewirtschaftung.
2. Vermehrte Schliessung von Nährstoffkreisläufen, insbesondere für P, durch effiziente Nutzung der Bodennährstoffe und von neuen Düngern aus überbetrieblichen Stoffkreisläufen:
 - a. Überprüfung und regelmässige Aktualisierung der Beurteilung der P-, K- und Mg-Versorgung von landwirtschaftlich genutzten Böden für verschiedene Kulturengruppen. Validierung der Interpretationen verschiedener Bodenuntersuchungsmethoden für die Grunddüngung im Acker-, Futter- und Gemüsebau und Schliessen von bestehenden methodischen Lücken (insbesondere bei der Wasserextraktion im Feldbau);
 - b. Untersuchung der Verfügbarkeit und Wirkung von P in mineralischen Recyclingdüngern:
Weiterführung und Abschluss der Feldversuche mit einem P-Recyclingdünger aus Klärschlammasche (Fremdmittelprojekt AWEL, Kt. Zürich);
 - c. Untersuchungen in den Langzeitversuchen DOK und DEMO zur Schaffung wiss. Grundlagen zur besseren Nutzung von P in P-armen Böden (BMBF-Projekt RECONSTRUCT, in Zusammenarbeit mit Uni Köln und weiteren Partnern);
 - d. Vergleich von schweizerischen Grunddüngungsempfehlungen gemäss GRUD 2017 mit einem alternativen ausländischen System (Kinsey) im Oberacker-Langzeitversuch (LANAT Kt. BE) und in Praxis-Streifenversuchen in Zusammenarbeit mit der HAFL Zollikofen. Prüfen von Möglichkeiten zur Ableitung von Interpretationstabellen bei der Anwendung alternativer Bodenuntersuchungsmethoden.
3. Einsatz von Pflanzenkohle in der Landwirtschaft:
 - a. Untersuchung des Einflusses von Pflanzenkohle auf die Verfügbarkeit von Mikroverunreinigungen in Klärschlamm, Hofdünger und Böden;
 - b. Einfluss von Pflanzenkohle in Kombination mit Hof- und Recyclingdüngern (siehe 1.a) auf Ertragswirkung und Düngereffizienz;
 - c. Quantifizierung der zur Pflanzenkohle verwertbaren Menge an Biomasse, insbesondere von Biodiversitätsförderflächen und von Bauernwäldern;
 - d. Aufzeigen des Kosten/Nutzenverhältnisses der Anwendung von Pflanzenkohle auf Stufe Betrieb, Betriebszweig und Verfahren.
4. Untersuchung von N- und P-Bilanzen auf den Ebenen Anbausysteme und Landwirtschaftsbetrieb:
 - a. N- und P-Bilanzen werden auf Basis von Langzeitdaten der von der FG 19.2 bewirtschafteten Langzeitversuche DOK, ZOFE (A493) erstellt. Daraus können Erkenntnisse über die N-Ausnutzungseffizienz von Leguminosen sowie N aus organischen und mineralischen Düngern gewonnen werden. Die umfangreichen Datensätze zu verschiedenen Parametern aus den Langzeitversuchen erlauben darüber hinaus, Verknüpfungen mit Parametern, die die Nachhaltigkeit der Systeme beschreiben, und ermöglichen eine integrierte Bewertung der Systeme und Erkenntnisse, wie eine nachhaltige und produktionsorientierte Landwirtschaft (*Sustainable intensification*) weiterentwickelt werden kann;
 - b. P-Bilanzierung in Langzeitdüngungsversuchen und Überprüfung der Auswirkungen unterschiedlicher Bilanzsaldi auf die löslichen, pflanzenverfügbaren P-Gehalte im Boden.
5. Bereitstellung von fachlichen Grundlagen für den Vollzug und das Agrarumweltmonitoring des BLW:

- a. Beiträge zur gesamtbetrieblichen Nährstoffbilanzierung (z. B. Suisse-Bilanz);
 - b. Fachliche Unterstützung im Rahmen der Düngertilassung (z. B. mineralische Recyclingdünger);
 - c. Erarbeitung der fachlichen Grundlagen für Agrarumweltindikatoren (AUI) (z. B. AUI «P-Gehalt der Böden»).
6. Erarbeitung von Handlungswissen für Praxis und Beratung:
- a. Bereitstellung fachlicher Grundlagen zur Optimierung des Nährstoffeinsatzes in der landwirtschaftlichen Praxis durch Beiträge zu den Querschnittsmodulen der «Grundlagen für die Düngung landwirtschaftlicher Kulturen in der Schweiz» (GRUD);
 - b. Erstellen eines Merkblatts zur Bodenprobenahme in Zusammenarbeit mit Agridea und BLW. Die korrekte Entnahme von ÖLN-Bodenproben in Praxisfeldern ist entscheidend für eine gute Qualität der Analysenresultate, welche für die Düngeberatung oder im Agrarumweltmonitoring (AUI «P-Gehalt der Böden») verwendet werden;
 - c. Unterhalt Referenzmethoden der Eidgenössischen Schweizerischen Forschungsanstalten, in denen die Methoden für Bodenanalysen zur Düngereberatung, Standortcharakterisierung und Schadstoffbeurteilung festgehalten sind. Alle weiteren Analysen werden mit CEN und ISO Methoden abgedeckt. Aktive Mitarbeit, d.h. Überprüfung, Überarbeitung und Ersatz von bestehenden Standards, wird in diversen Komitees von CEN und ISO zur Dünger- und Bodenanalytik geleistet;
 - d. Erstellen der Liste anerkannter Laboratorien für organische Recyclingdünger und Bodenuntersuchungen für ÖLN und Düngereberatung.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 14 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Beiträge zur Fragestellung 4 «Praktikable Lösungen/Massnahmen für Politik und Landwirtschaftliche Betriebe zur Effizienzsteigerung bzw. Minderung von Emissionen»:

- Beitrag zur Verbesserung der Nährstoffeffizienz in landwirtschaftlichen Produktionssystemen;
- Erarbeitung von fachlichen Grundlagen für die Evaluation und Weiterentwicklung von neuen Düngungs- und Produktionssystemen hinsichtlich der Verringerung von Nährstoffverlusten in die Umwelt.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 15: Beiträge zur Fragestellung:

- 1 «Wie wirken sich verschiedene landwirtschaftliche Bewirtschaftungsformen auf essentielle Bodenfunktionen aus?», «Wie verhalten sich Schadstoffe und bodenfremde Substanzen in Böden?»
- 3 «Mit welchen Bewirtschaftungs- und Nutzungsmassnahmen können die Ertragsfähigkeit und die ökologische Funktionalität der landwirtschaftlich genutzten Böden erhalten oder verbessert werden?»
- 4 «Wie beeinflussen Bodenprozesse unter dem Einfluss landwirtschaftlicher Bodennutzungsmassnahmen die Ressourceneffizienz, Kohlenstoff- und Nährstoffkreisläufe sowie die Emissionen der Landwirtschaft auf mineralischen oder organischen Böden?»

zu SFF Nr. 2: Beiträge zur Fragestellung 5 «Welche neuen Erkenntnisse über den Einfluss von Anbausystemen und Standort auf Komponenten von Agrarökosystemen (u. a. Interaktion Boden, Bodenmikroorganismen und Pflanzen, Symbiosen, Nährstoffflüsse, Unkräuter, Schaderreger und Krankheiten) erlauben die Entwicklung resilienter Anbausysteme, die die Ressourceneffizienz steigern, den Ertrag sichern oder erhöhen und eine hohe Produktqualität ermöglichen?»

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Teilziel 1.a und Teile von 3.a sind reine Bioforschung. Die Erkenntnisse sind auch für konventionelle Anbausysteme nutzbar. Die Ergebnisse der anderen Forschungsaktivitäten sind sowohl für Biolandbau- als auch für konventionelle Anbausysteme nutzbar.

Material und Methoden (grob skizziert)

- Jährliches Monitoring der relevanten Pflanzen- und Bodenparameter in den Langzeitversuchen P-K-Mg (die Versuche wurden 1989 gestartet und enthalten mehrere Düngungsstufen [5 für P und K; 3 für Mg] und je ein Kontrollverfahren ohne Düngung), DOK und ZOF: Erträge der Haupt- und Nebenprodukte und deren Nährstoffkonzentrationen, verfügbare Boden-Nährstoffe (CO₂- und Ammoniumacetat-Methode), Gesamt-N und -C, pH und bodenbiologische Parameter im Oberboden und in längeren Intervallen im Unterboden;
- Einsatz von stabilen Isotopen (¹⁵N, ggf. ¹³C, ¹⁸O) zur Bestimmung der N-Nutzungs- und Umsatzdynamik von Hof- und Recyclingdüngern in Feldversuchen;
- Modellierung von Versuchsergebnissen (langfristige N-Nutzungseffizienz von Hof- und Recyclingdüngern, Nährstoffflüsse in Langzeitversuchen, Nährstoffbilanzierung, etc.);
- Quantifizierung diverser Pflanzenkohleparameter gemäss etablierter Methoden (Bachmann et al. 2014).

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Bachmann, H.J., Bucheli, T.D., Dieguez-Alonso, A., Fabbri, A., Knicker, H., Schmidt, H.P., Ulbricht, A., Becker, R., Buscaroli, A., Buerge, D., Cross, A., Dickinson, D., Enders, A., Esteves, V.I., Evangelou, M.W.H., Fellet, G., Friedrich, K., Gasco Guerrero, G., Glaser, B., Hanke, U.M., Hanley, K., Hilber, I., Kalderis, D., Leifeld, J., Masek, O., Mumme, J., Paneque Carmona, M., Calvelo Pereira, R., Rees, F., Rombolà, A.G., de la Rosa, J.M., Sakrabani, R., Sohi, S., Soja, G., Valagussa, M., Verheijen, F., Zehetner, F., 2016 Towards the standardization of biochar analysis: the COST Action TD1107 inter-laboratory comparison. J. Agric. Food Chem. 64, 513-527.
- Bosshard, C., Flisch, R., Mayer, J., Basler, S., Hersener, J.-L., Meier, U., Richner, W., 2010. Verbesserung der Stickstoffeffizienz von Gülle durch Aufbereitung. Agrarforschung Schweiz 1, 378-383.
- Glaser, B., Baltrėnas, P., Kammann, C., Kern, J., Baltrėnaitė, E., 2017. Editorial: special issue on biochar as an option for sustainable resource management (EU COST Action TD1107 final publication). Journal of Environmental Engineering and Landscape Management 25(2), 83-85.
- Hutter, M., Krebs, R., Mayer J., 2017. Stickstoffnutzungseffizienz roher und anaerob vergorenen Güllen: Eine Studie mit unterschiedlichen ¹⁵N-Methoden. In: Wolfrum, S. et al. (Hrsg.), Beiträge zur 14. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Verlag Dr. Köster, Berlin, S. 314-317.
- Moller, K., Muller, T., 2012. Effects of anaerobic digestion on digestate nutrient availability and crop growth: A review. Eng. Life Sci. 12, 242-257.
- Richner W., Sinaj, S., 2017. Grundlagen für die Düngung landwirtschaftlicher Kulturen in der Schweiz (GRUD 2017). Agrarforschung Schweiz 8(6), Spezialpublikation, 10/1-10/16.
- Shackley, S., Clare, A., Joseph, S., McCarl, B.A., Schmidt, H-P., 2015. Economic evaluation of biochar systems: current evidence and challenges. In: Lehmann, J., Joseph, S. (Eds.), Biochar for environmental management. Science, Technology and Implementation. Earthscan for Routledge, 2nd Edition. pp: 813-852.
- Webb, J., Sorensen, P., Velthof, G., Amon, B., Pinto, M., Rodhe, L., Salomon, E., Hutchings, N., Burczyk, P., Reid, J., 2013. An Assessment of the Variation of Manure Nitrogen Efficiency throughout Europe and an Appraisal of Means to Increase Manure-N Efficiency, In: Sparks, D.L. (Ed.), Advances in Agronomy, Vol 119, pp. 371-442

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet

(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Die Landwirtschaft der Zukunft steht grossen Herausforderungen gegenüber, die durch eine Verknappung der zur Verfügung stehenden Ressourcen wie Pflanzennährstoffe oder landwirtschaftlich nutzbare Flächen gekennzeichnet sind und Anpassungsleistungen an das sich verändernde Klima erfordern. Agroscope erarbeitet Lösungen, wie Ressourcen effizienter eingesetzt werden und bei geringerer Umweltbelastung Flächenerträge gesteigert werden können.

Das Projekt erarbeitet Lösungen für die Optimierung der Ressourcennutzung in landwirtschaftlichen Produktionssystemen, primär durch die Substituierung von N-Mineraldüngern durch die Optimierung der Hofdüngernutzung, die Substituierung von P-Mineraldüngern aus knapper werdenden Lagerstätten durch mineralische P-Recyclingdünger und den Einsatz von Pflanzenkohle. Die damit einhergehende Verbesserung der Nährstoffeffizienz verringert die Nährstoffverluste in die Umwelt. Mittels Untersuchungen von Nährstoffbilanzen werden grundlegende Erkenntnisse für die weitere Optimierung der Ressourcennutzungseffizienz von Agrarökosystemen geschaffen. Ein grosser Teil der gewonnenen Forschungsergebnisse dient der Wahrnehmung von Aufgaben im Bereich der Vollzugsunterstützung und des Agrarumweltmonitorings.

Genehmigung des Projektes

Datum: 1.9.2017	Visum FGL: rrwa
Datum: 26.10.2017	Visum FBL / KBL: baro
Datum: 26.10.2017	Visum V SFF: baro



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.14.19.02.03

Kurzbegriff/Projektakronym (max. 20 Zeichen)

ZA-AUI

Nr. Bereich.

19

Agrarökologie und Umwelt

Nr. Gruppe

19.2

Gewässerschutz und Stoffflüsse

Projektleitung/Stellvertretung

Christine Bosshard / Walter Richner

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	2643.5
Beitrag zu SFF	14
Beitrag zu weitem SFF	13

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	3.76, 9.8
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☐ ja ☒ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Zentrale Auswertung von Agrarumweltindikatoren

ZA-AUI

Swiss agri-environmental data network (SAEDN)

Agrarumweltmonitoring, Agrarumweltindikatoren, Betriebsebene

Ausgangslage und Problemstellung

Um die durch die Landwirtschaft erbrachten Leistungen unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit sowie die Auswirkungen der Agrarpolitik auf die Umwelt beurteilen zu können, führt das Bundesamt für Landwirtschaft (BLW), gestützt auf die im Dezember 1998 verabschiedete «Verordnung über die Beurteilung der Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft» (SR 919.118), seit 2009 ein Agrarumweltmonitoring (AUM) durch. Mit Hilfe dieser Langzeitbeobachtung sollen durch die Landwirtschaft verursachte Problembereiche aufgezeigt bzw. frühzeitig erkannt werden. Die Grundlage für das AUM bilden sechzehn Agrarumweltindikatoren (AUI) in den Bereichen Stickstoff, Phosphor, Boden, Klima, Energie, Wasser und Biodiversität.

Agroscope wurde vom BLW im Rahmen der Vereinbarung betreffend das Kompetenzzentrum (KompZ) AUI die Verantwortung für die AUI vom Typ «Antriebskräfte» und «Potenzielle Umweltwirkungen» übergeben. Das in der Forschungsgruppe Gewässerschutz und Stoffflüsse des Forschungsbereichs Agrarökologie und Umwelt (AOU) angesiedelte KompZ AUI ist zuständig für die zentrale Auswertung der Agrarumweltindikatoren (ZA-AUI), die AUI-Methodenentwicklung, welche im letzten Arbeitsprogramm weitestgehend fertiggestellt wurde, sowie die Aufarbeitung, Berechnung und Auswertung der einzelnen AUI. Gesteuert werden die Arbeiten der ZA-AUI durch die Projektoberleitung Zentrale Auswertung (POL ZA), welche aus Vertreterinnen und Vertretern von BLW und Agroscope zusammengesetzt ist.

Die zur Berechnung der AUI nötigen Daten werden freiwillig von Landwirten/innen in der Software AGRO-TECH erfasst. Das Betriebsnetz umfasst momentan knapp 300 Betriebe.

Die Arbeiten der ZA-AUI werden stark von der Kompetenz und den Leistungen weiterer Forschungsgruppen von Agroscope getragen, welche fachlich verantwortlich für einen oder mehrere AUI sind (Tab. 1).

Tab. 1. Liste der Agrarumweltindikatoren der ZA-AUI mit den fachlich zuständigen Forschungsgruppen.

Agrarumweltindikator	Fachlich zuständige Forschungsgruppe
N-Bilanz	19.2 Gewässerschutz und Stoffflüsse
Potenzielle N-Verluste	19.2 Gewässerschutz und Stoffflüsse
Ammoniak-Emissionen	Thomas Kupper (HAFL)
P-Bilanz	19.2 Gewässerschutz und Stoffflüsse
P-Gehalt der Böden	19.2 Gewässerschutz und Stoffflüsse
Energieverbrauch	19.7 Ökobilanzen
Energieeffizienz	19.7 Ökobilanzen
Treibhausgas-Emissionen	19.1 Klima und Lufthygiene
Einsatz von Pflanzenschutzmitteln (PSM)	12.4 Ökotoxikologie
Einsatz von Tierarzneimitteln (TAM)	Ioannis Magouras (BVET) / 19.2 Gewässerschutz und Stoffflüsse
Risiko von aquatischer Ökotoxizität	12.4 Ökotoxikologie
Bodenbedeckung	19.2 Gewässerschutz und Stoffflüsse
Erosionsrisiko	19.2 Gewässerschutz und Stoffflüsse
Humusbilanz	19.3 Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz
Schwermetallbilanz	19.4 Nationale Bodenbeobachtung
Biodiversität	19.6 Agrarlandschaft und Biodiversität

Die ZA-AUI bildet die Grundlage für die von der Politik geforderte periodische Beurteilung und Berichterstattung zu den ökologischen Auswirkungen der Agrarpolitik und der Landwirtschaft. Dank des Monitorings können Bereiche aufgezeigt werden, in denen vertiefte Evaluationsprojekte notwendig sind; zudem kann das AUM als Informationsgrundlage für politische Entscheidungsträger, für die Information der Öffentlichkeit, als Datengrundlage für wissenschaftliche Forschung sowie zum Vergleich mit anderen Ländern dienen.

Ziele und Forschungsfragen

Ziele der ZA-AUI im Rahmen des Grundauftrages:

- Jährliche Berechnung aller AUI;
- Auswertung und Interpretation der Ergebnisse der AUI für die Berichterstattung des BLW (v. a. Agrarbericht: Schwerpunktthemen, Tabellenanhang);
- Anpassung bzw. Weiterentwicklung der Methoden der AUI und des Gesamtsystems (u. a. Unterstützung einer geplanten externen Evaluation des heutigen ZA-AUI-Systems);
- Datenqualität weiter verbessern: Erweiterung der Liste der bereits eingeführten Plausibilisierungstests;
- Aufbereiten und Bereitstellen von AUI-Daten für wissenschaftliche Publikationen;
- Einführung einer einzelbetrieblichen Rückmeldung der AUI-Ergebnisse für die Landwirte;
- Beiträge (Organisation, Präsentationen) für die jährlichen AUI-Betriebsleiter- und Spezialistentagungen;
- Erstellen eines AUI-Merkmalkatalogs;
- Wissenschaftliche Publikationen: z. B. Synthesepaper über alle AUI, Methoden-Paper, Paper zu Ergebnissen einzelner AUI.

Forschungsfragen:

- Entwicklung der Ergebnisse der einzelnen AUI über die Zeit;
- Zusammenhänge zwischen den AUI sowie zwischen den Ergebnissen der ZA-AUI und der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten (Korrelationen, Regressionen, Clusteranalysen, PCA);
- Ableitung einfacher Parameter auf Betriebsebene zur Einschätzung der Ressourceneffizienz im Vergleich zu anderen Betrieben. Definition der relevanten Ressourcen anhand der verfügbaren AUI-Daten und Erarbeitung einfacher Methoden zur Beurteilung der jeweiligen Effizienz je Betrieb inkl. Benchmarking;
- Erarbeitung eines Nachhaltigkeitsindex pro Betrieb, der alle AUI umfasst, in Abstimmung mit dem Projekt 18.14.19.7.02 «SALCA-sustain»;

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 14 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

- Beitrag zur Nachhaltigkeitsbewertung (Dimension Umwelt), in Abstimmung mit dem Projekt 18.14.19.7.02 «SALCA-sustain»;
- Aufzeigen der Auswirkung umgesetzter agrarökologischer Massnahmen bzw. von Problembereichen;
- Ressourceneffizienz verschiedener Regionen und Betriebstypen aufzeigen

- Bestehendes Monitoringsystem überprüfen und evtl. anpassen: u. a. fachliche Beiträge zu einer externen Evaluation des heutigen ZA-AUI-Systems.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 13: Verknüpfung der Dimensionen «Umwelt» und «Ökonomie» für die Nachhaltigkeitsbewertung

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Auswertungen zu spezifischen, den Biolandbau betreffenden Fragestellungen möglich

Material und Methoden (grob skizziert)

Für jeden AUI wurde zuerst von einer entsprechenden wissenschaftlichen Fachperson (= Methodenverantwortliche/r; MV) die Berechnungsmethode auf Betriebsebene sowie zum Teil auch auf nationaler Ebene entwickelt. Die Datengrundlage für die Berechnung der AUI bilden die von den Landwirten des AUI-Betriebsnetzes in AGRO-TECH erfassten Daten. Erfasst werden u. a. allgemeine Betriebsdaten, der Feldkalender mit allen durchgeführten Massnahmen auf Parzellenebene, das Tierarznei-Behandlungsjournal etc. Die Landwirte liefern diese Daten an Treuhandstellen (THS). Dort werden die Daten vom AUI-Spezialisten der THS mittels einer Checkliste überprüft und dann anonymisiert an das KompZ AUI übermittelt. Jede Datenlieferung wird dort nochmals einer Plausibilisierungsprüfung unterzogen. Je nach Qualität werden die Daten allenfalls ein- bis mehrmals zur Korrektur wieder an die THS zurückgeschickt. Nach Erfüllen der Anforderungen der Plausibilisierungstests werden die Daten vom Datenmanagement des KompZ AUI-spezifisch mit verschiedenen Aufbereitungstools (z. B. AUIPrep, ATE2AUI) extrahiert, aufbereitet und anschliessend an die MV zur Berechnung der AUI weitergeleitet. Alle AUI werden jährlich für den Tabellenanhang im Agrarbericht des BLW berechnet. Im Vierjahresturnus erfolgt zudem für das entsprechende Schwerpunktthema im Agrarbericht eine detaillierte Auswertung der entsprechenden AUI durch die MV. Die Daten können von internen wie auch externen Forschern für spezielle Fragestellungen und Auswertungen beim KompZ AUI beantragt werden (siehe Publikationen).

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Bosshard, C., W. Richner. 2013. Bestimmungsfaktoren des Stickstoff-Überschusses auf Betriebsebene. Teil 2: Analyse auf Kulturebene. Abschlussbericht zuhanden des Bundesamts für Landwirtschaft BLW. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Zürich, S. 83-105.
- Büchi, L., A. Valsangiacomo, E. Burel, E. Charles. 2016. Integrating simulation data from a crop model in the development of an agri-environmental indicator for soil cover in Switzerland. European Journal of Agronomy 76: 149-159.
- de Baan, L., S. Spycher, O. Daniel. 2015. Einsatz von Pflanzenschutzmitteln in der Schweiz von 2009-2012. Agrarforschung Schweiz 6: 48-55.
- Finger, R., T. Böcker, N. Möhring, T. Dalhaus. 2016. Ökonomische Analyse des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln - Risikoaspekte und Lenkungsabgaben. www.news.admin.ch/news/message/attachments/45690.pdf
- Wettstein, S., M. Stucki, M. Meier, P. Schumacher, J. Buchli. 2016. Ökobilanz von Schweizer Wein aus ÖLN- und biologischer Produktion. Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften und Forschungsinstitut für biologischen Landbau, Wädenswil und Frick. pp. 105.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Wie nachhaltig ist die Schweizer Landwirtschaft? Wie unterscheiden sich verschiedenen Regionen und Betriebstypen bezüglich Nachhaltigkeit? Im Rahmen des Agrarumweltmonitorings des Bundesamtes für Landwirtschaft beschäftigt sich das Kompetenzzentrum AUI bei Agroscope mit solchen Fragestellungen. Dafür werden 16 Agrarumweltindikatoren in den Bereichen Stickstoff, Phosphor, Boden, Energie, Klima, Wasser und Biodiversität jährlich berechnet, ausgewertet und publiziert.

Basierend auf der «Verordnung über die Beurteilung der Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft» führt das Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) ein Agrarumweltmonitoring (AUM) durch. Die Grundlage für das AUM bilden sechzehn Agrarumweltindikatoren (AUI) in den Bereichen Stickstoff, Phosphor, Boden, Klima, Energie, Wasser und Biodiversität. Das Kompetenzzentrum AUI bei Agroscope ist zuständig für die Methodenentwicklung, Datenaufarbeitung, Berechnung und Auswertung der AUI. Die nötigen Daten werden freiwillig von Landwirten/innen erfasst. Das Betriebsnetz umfasst momentan gegen 300 Betriebe. Ziel des AUM ist es, die durch Landwirtschaft erbrachten Leistungen unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit beurteilen zu können sowie Problembereiche frühzeitig erkennen zu können.

Genehmigung des Projektes

Datum:	1.9.2017	Visum FGL:	rrwa

Datum:	11.9.2017	Visum FBL / KBL:	baro

Datum:	11.9.2017	Visum V SFF:	baro



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.14.19.07.01

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

SALCA

Nr. Bereich.

19

Agrarökologie und Umwelt

Nr. Gruppe

19.7

LCA

Projektleitung/Stellvertretung

Jens Lansche / Thomas Nemecek

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	1660
Beitrag zu SFF	14
Beitrag zu weitem SFF	2, 5, 11, 15, 16, 17

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	1.6, 3.19, 3.36, 3.60, 3.114, 3.118, 4.15, 4.19, 4.21, 5.38, 5.39, 6.12, 9.12, 9.14, 9.16, 9.18, 9.21, 9.39, 9.40, 9.43, 9.48, 13.42, 13.64, 18.62, 18.65, 20.34, 23.41, 25.3, 27.10, 28.4, 28.33, 28.35, 28.47, 28.48, 28.49, 28.50, 28.86
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

**Weiterentwicklung der Ökobilanzmethode und Berechnungswerkzeuge
SALCA und Anwendung auf aktuelle Forschungsfragen**

SALCA-Methode, SALCA-Berechnungswerkzeuge und Anwendung

SALCA method, SALCA tools and application

**Life cycle assessment, LCA method, LCA data, LCA tools, environmental impact, ecosystem
services, ecotoxicity**

Ausgangslage und Problemstellung

Eine umweltfreundliche Landwirtschaft ist ein wichtiges gesellschaftliches Anliegen und entspricht den Erwartungen von Konsumenten, Bürgern, Wirtschaft und Politik. 2006 hat der Bundesrat Umweltziele für die Schweizer Landwirtschaft definiert. Wie im Bericht des Bundesrats vom 9.12.2016 aufgezeigt wurde, wird heute keines der gesetzten Ziele vollständig erreicht, was weitere Massnahmen auf verschiedenen Ebenen erfordert. Ebenso braucht die Umsetzung der Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung zusätzliche Anstrengungen. Um diesen Erwartungen gerecht zu werden, braucht es eine umfassende Bewertung der Umweltwirkungen, welche sicherstellt, dass die anvisierten Massnahmen einerseits die erwünschte Wirkung erzielen und andererseits keine unerwünschten Nebenwirkungen nach sich ziehen, wie Verlagerung von Belastungen in andere Umweltbereiche, andere Sektoren oder ins Ausland. Zudem ist die Evaluation der Massnahmen in Bezug zur landwirtschaftlichen Produktion zu setzen und in den Kontext der gesamten Nachhaltigkeit zu stellen.

Die Vielfalt der Fragestellungen, die sich stets ändernden Rahmenbedingungen sowie die unterschiedliche Priorisierung je nach Entscheidungsträger erfordern eine solide und flexible Ökobilanzmethode, die in einem kohärenten Gesamtkonzept aus Emissions- und Wirkungsabschätzungsmodellen, Datenbanken und Werkzeugen für die Berechnung und Auswertung besteht. Zu diesem Zweck entwickelte Agroscope seit dem Jahr 2000 die Ökobilanzierungsmethode SALCA (Swiss Agricultural Life Cycle Assessment). In den letzten Jahren wurden bereits mehrere Ökoinventardatenbanken unter Beteiligung von Agroscope erstellt (WFLDB, Agri-BALYSE, ACYVIA, ecoinvent, SALCA-Datenbank). Weitere Datenlücken gilt es noch zu füllen und Aktualisierungen von einzelnen Datensätzen sind notwendig.

Die Ökobilanzierungsmethode SALCA gilt es nun gezielt um bestimmte Aspekte zu erweitern, wie beispielsweise die Ökosystem-Dienstleistungen, eine umfassende Bilanzierung der Ressourcennutzung oder die Berücksichtigung verschiedener Ernährungskriterien. Weiter soll das neueste Know-How in die Ökobilanz-Modelle übernommen werden, so dass SALCA für eine wissenschaftlich fundierte Beantwortung von aktuellen gesellschaftlichen Fragen angewandt werden kann. Solche Weiterentwicklungen sind vor allem bei der Abschätzung der Ökotoxizität von Pestiziden und Schwermetallen, der Bodenqualität sowie der Biodiversität erforderlich.

Eine enge Abstimmung zwischen den methodischen Arbeiten und der Entwicklung der Berechnungswerkzeuge und Daten ist notwendig, um die zukünftige Anwendbarkeit von SALCA sicherzustellen. Im Rahmen des Informatikprojektes SALCAfuture werden die IT-Werkzeuge neu konzipiert, um zukünftig eine noch höhere Effizienz der Berechnung, Zuverlässigkeit, Flexibilität und Benutzerfreundlichkeit zu erreichen. Deshalb werden bei der Entwicklung sowohl die Machbarkeit der Methoden als auch die Plausibilität der Ergebnisse geprüft und die Methoden bei Bedarf verbessert. Diese Werkzeuge werden zur Bewertung und Optimierung der Öko-Effizienz von Produktionssystemen (Pflanzenbau, Tierproduktion), Landwirtschaftsbetrieben und Nahrungsmitteln eingesetzt. Verbesserungspotenziale hinsichtlich der Umweltwirkungen werden dadurch für die untersuchten Systeme, Prozesse und Produkte aufgezeigt. Welche Systeme und Fragestellungen konkret untersucht werden, wird aufgrund der Akquisition zusätzlicher Mittel (Forschungsfonds, Behörden, Privatwirtschaft) im Laufe des Arbeitsprogramms festgelegt.

Ziele und Forschungsfragen

Hauptziel:

Bereitstellung, Aktualisierung und Anwendungen von Ökobilanzmethoden und -daten sowie von Berechnungswerkzeugen zur Ökobilanzierung und Nachhaltigkeitsbewertung als Grundlage für betriebliches und produktbezogenes Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagement in der Land- und Ernährungswirtschaft.

Methodische Teilziele:

- 1) Weiterentwicklung der Methoden und Emissionsmodelle zur Abschätzung der Ökotoxizität (Pestizide und Schwermetalle; OLCA-Pest und BeUPIP)
- 2) Entwicklung und Anwendung eines Konzeptes zur Berücksichtigung von Ökosystem-Dienstleistungen in Ökobilanzen
- 3) Weiterentwicklung der Methode SALCA-Bodenqualität
- 4) Weiterentwicklung der Methode SALCA-Biodiversität
- 5) Aktualisierung der Emissionsmodelle (vor allem Nitrat, Pestizide, Schwermetalle)
- 6) Aktualisierung der Wirkungsabschätzungsmethoden (vor allem Ökotoxizität (Pestizide), Klimaerwärmung, Eutrophierung, Versauerung)
- 7) Entwicklung von geeigneten funktionellen Einheiten für verschiedene Anwendungen in der Land- und Ernährungswirtschaft, mit Schwerpunkt auf der Berücksichtigung der Ernährung
- 8) Pflege und regelmässige Aktualisierung der vorhandenen Ökoinventare und Berechnungswerkzeuge
- 9) Ausbau der Berechnungswerkzeuge, um die Anwendung der Ökobilanzmethode SALCA und der Agroscope Methode zur umfassenden Bewertung der Nachhaltigkeit von Landwirtschaftsbetrieben aus dem Projekt 18.14.19.7.02_SALCA sustain zu ermöglichen
- 10) Konzept zur Einbeziehung von regionalen Aspekten (Produktions- und Umweltparametern) auf nationaler Ebene und für angrenzende Länder in der Datenstruktur und den Berechnungstools im Kontext einer standortangepassten Landwirtschaft erstellen und umsetzen
- 11) Konzeptionelle Schnittstellen zu bestehenden Tools bei Agroscope auf sektoraler Ebene schaffen (Green DSS-ESSA und Swissland)

Operative Teilziele:

- 12) Implementierung der Methode für die Bewertung der Umweltwirkungen im Rahmen der Nachhaltigkeitsbewertung (Projekt SALCA sustain, Projekt Nr. 18.14.19.7.2) und zur Beantwortung wichtiger Fragestellungen im Bereich Umwelt
- 13) Programmierung von Berechnungswerkzeugen zur Nachhaltigkeitsbewertung und Bewertung der Umweltwirkungen (Informatikprojekt SALCAfuture)
- 14) Erstellung von Ökoinventaren und Ökoinventardatenbanken (ecoinvent, SALCA-Datenbank) für wichtige Landwirtschaftsprodukte und -systeme der Schweiz und von wichtigen Importprodukten (WFLDB)
- 15) Bewertung von Pflanzenschutzstrategien in ausgewählten Ackerkulturen
- 16) Test der neu entwickelten und angepassten Methoden anhand von geeigneten Fallbeispielen (z.B. aus der Milchproduktion, Ackerbau, Obstbau)
- 17) Anwendung der Methoden und Berechnungswerkzeuge auf wichtige Fragestellungen in der Land- und Ernährungswirtschaft

Die Umsetzung mehrerer dieser Teilziele hängt von einer erfolgreichen Akquisition von Fremdmitteln ab. Dies gilt insbesondere für 2), 10) und für die operativen Teilziele 14) bis 17). Für die Teilziele 1) und 15) stehen bereits gewisse Fremdmittel zur Verfügung.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 14 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Die Projektskizze leistet Beiträge zu folgenden Zielen des SFF14:

- Ziel 3: Die Quantifizierung der Umweltwirkungen und der Ressourcen- bzw. Öko-Effizienz wichtiger Produktionssysteme leisten einen zentralen Beitrag zur Beantwortung der Forschungsfragen unter Ziel 3. Neben der Quantifizierung wird auch eine Identifikation der wichtigsten Ursachen erfolgen.
- Ziel 4: Durch die Anwendung der Methoden in der Praxis können Potenziale zur Minderung der Umweltwirkungen und Steigerung der Öko-Effizienz sowie allfällige Synergien und Trade-Offs aufgezeigt werden.
- Ziel 5: Die Zusammenarbeit der beiden Projekte SALCA und SustainFarm ermöglicht die Wahl geeigneter Indikatoren für die Bewertung von Landwirtschaftsbetrieben in Bezug auf die Nachhaltigkeit. Hierbei wird in SALCA ein Fokus auf die Umweltwirkungen gesetzt.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 5: Die Methode zur Bewertung der Umweltwirkungen auf die Ökotoxizität durch Pestizide wird weiterentwickelt. Damit wird eine Entscheidungsgrundlage zur Reduktion von Emissionen und Umweltwirkungen geschaffen.

zu SFF Nr. 15: Weiterentwicklung und Anwendung der Methode SALCA-Bodenqualität. Der Einfluss von Bewirtschaftungsmaßnahmen auf die Bodenqualität kann aufgezeigt werden.

zu SFF Nr. 16: Weiterentwicklung und Anwendung der Methode SALCA-Biodiversität. Der Einfluss von Bewirtschaftungsmaßnahmen auf die Bodenqualität können aufgezeigt werden.

zu SFF Nr. 17: Die Methoden für die Quantifizierung des Treibhauspotenzials auf Landwirtschaftsbetrieben und in Produktionssystemen werden in der Praxis angewendet. Damit werden Potenziale zur Emissionsminderung und Reduktion von Umweltwirkungen aufgezeigt.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Die SALCA-Methoden und -Berechnungswerkzeuge sind sowohl für konventionelle Systeme, integrierte Produktion als auch den Biolandbau einsetzbar. Spezifische Merkmale des Biolandbaus werden – wenn möglich – berücksichtigt, soweit sie für die untersuchten Systeme und Forschungsfragen relevant sind. Der Vergleich von Biolandbauproduktionssystemen mit Referenzproduktionssystemen wird hinsichtlich der Dimension Umwelt ermöglicht.

Material und Methoden (grob skizziert)

Die Arbeiten zu den methodischen (Weiter-)Entwicklungen werden in Kollaboration mit den folgenden Forschungsgruppen bei Agroscope durchgeführt: Klima und Lufthygiene; Gewässerschutz und Stoffflüsse; Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz; Agrarlandschaft und Biodiversität; Humanernährung, Sensorik und Aroma; Ökotoxikologie und Informatik – Entwicklung, Integration und Projektmanagement. Im Informatikprojekt SALCAfuture erfolgt die Bereitstellung der Datengrundlagen und Berechnungswerkzeuge, um eine Anwendung der Methoden zu ermöglichen. Die Zusammenarbeit mit der Agroscope Forschungsinformatik stellt dabei sicher, dass die notwendige IT-Infrastruktur zur Datenhaltung und für Test und Betrieb der Berechnungswerkzeuge zur Verfügung gestellt werden kann.

Die methodischen Entwicklungen bzw. das methodische Vorgehen sind im Folgenden thematisch gegliedert kurz beschrieben.

Ökotoxizität

Die Entwicklung der Methode zur Bewertung der Ökotoxizität von Pestiziden erfolgt, basierend auf den Modellen PestLCI 2.x (Sachbilanz) und UseTox 2.x (Wirkungsabschätzung) (Birkved et al., 2012, Rosenbaum et al., 2015), in den Projekten BeUPIP und OLCA-Pest. Daneben ist eine grundlegende Überarbeitung und Aktualisierung des Modells SALCA-Schwermetalle geplant, um eine Bilanzierung der Schwermetallflüsse in landwirtschaftlichen Produktionssystemen und eine Bewertung der Wirkungen auf die Ökotoxizität unter Berücksichtigung der neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse zu ermöglichen. Die Aktualisierung wird dabei aktuelle NABO-Daten berücksichtigen, zudem soll neu auch Uran berücksichtigt werden.

Ökosystem-Dienstleistungen

Eine enge Zusammenarbeit mit der FG Agrarlandschaft und Biodiversität wird angestrebt, um ein Konzept zur Berücksichtigung der Ökosystem-Dienstleistungen (Köllner et al., 2013, Nemecek et al., 2016) von intensiven und extensiven Systemen in Ökobilanzen zu entwickeln und anzuwenden.

Bodenqualität

Der Lebenszyklusansatz soll in die Bewertung der Bodenqualität soweit wie möglich integriert werden (Oberholzer et al., 2012). Daneben soll eine Methode entwickelt werden, die eine Aggregation der vorhandenen Indikatoren sowie eine

Überprüfung der Wirkungsklassen (v.a. Verdichtung), und eine Berücksichtigung der C-Sequestrierung/Freisetzung im Boden ermöglicht (Goglio et al., 2016).

Biodiversität

Die Methode SALCA-Biodiversität wird erweitert, um eine Bewertung der Biodiversität im Obstbau (Jeanneret et al., 2016; Lüscher et al., 2017; van der Meer, 2017) zu ermöglichen.

Wirkungsabschätzungsmethoden

Die Wirkungsabschätzungsmethoden und Emissionsmodelle werden aktualisiert. Dabei wird ein Schwerpunkt auf eine umfassende Bilanzierung der Ressourcen Land (unter Berücksichtigung der Nahrungsmittelkonkurrenz), Wasser, P&K sowie von P-, N- und Treibhausgasemissionen. Damit wird auch eine wichtige Grundlage für das Projekt CLIMREFF, Nr. 18.14.19.7.4 bereitgestellt.

SALCAfuture

Das Informatikprojekt SALCAfuture wird nach HERMES geführt. Die Neukonzeptionierung der Berechnungswerkzeuge erfolgt in enger Kooperation mit den beiden Firmen EBP (ehemals: Ernst Basler und Partner AG) und Carbotech AG, die Agroscope mit Kompetenzen in den Bereichen Systemarchitektur, Programmierung, Webapplikationen und Umweltinformatik unterstützen.

Anwendungen

Die Anwendung der Daten und Tools wird in Kooperation mit Akteuren aus der Praxis, wie Landwirten, TSM Treuhand und IP-Suisse durchgeführt.

SALCAustain

Das Informatikprojekt SALCAfuture stellt auch die Berechnungswerkzeuge für das Projekt 18.14.19.7.01_SALCA-sustain bereit. Die korrekte Implementierung der Konzepte zum Datenfluss und der Plausibilitätskontrolle wird durch eine enge Zusammenarbeit der beiden Projekte erreicht.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Dijkman T.J., Birkved M. & Hauschild M.Z., 2012. PestLCI 2.0: a second generation model for estimating emissions of pesticides from arable land in LCA. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 17: 973-986.
- Jeanneret P., Baumgartner D.U., Knuchel R.F., Koch B. & Gaillard G., 2014. An expert system for integrating biodiversity into agricultural life-cycle assessment. *Ecological Indicators*, 46: 224-231.
- Rosenbaum R.K., Anton A., Bengoa X., Bjørn A., Brain R., Bulle C., Cosme N., Dijkman T.J., Fantke P., Felix M., Geoghegan T.S., Gottesbüren B., Hammer C., Humbert S., Jolliet O., Juraske R., Lewis F., Maxime D., Nemecek T., Payet J., Räsänen K., Roux P., Schau E.M., Sourisseau S., Zelm R.v., Streit B.v. & Wallman M., 2015. The Glasgow consensus on the delineation between pesticide emission inventory and impact assessment for LCA. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 20: 765-776.
- Koellner T., De Baan L., Beck T., Brandão M., Civit B., Margni M., L.M I.C., Saad R., De Souza D.M. & Müller-Wenk R., 2013. UNEP-SETAC guideline on global land use impact assessment on biodiversity and ecosystem services in LCA. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 18: 1188-1202.
- Lüscher G., Nemecek T., Arndorfer M., Balázs K., Dennis P., Fjellstad W., Friedel J.K., Gaillard G., Herzog F., Sarthou J.P., Stoyanova S., Wolfrum S. & Jeanneret P., 2017. Biodiversity assessment in LCA: a validation at field and farm scale in eight European regions. *International Journal of Life Cycle Assessment* 1-10.
- Oberholzer H.-R., Knuchel R.F., Weisskopf P. & Gaillard G., 2012. A novel method for soil quality in life cycle assessment using several soil indicators. *Agronomy for Sustainable Development*, 32: 639-649.
- Nemecek T., Jeanneret P., Oberholzer H.R., Schüpbach B., Roesch A., Alig M., Hofstetter P. & Reidy B., 2016. Evaluating ecosystem services in the life cycle assessment of grass-land-based dairy systems. *Grassland Science in Europe*, 21, 621-623.
- Nemecek T. & Ledgard S., 2016. Modelling farm and field emissions in LCA of farming systems: the case of dairy farming. In: *Proc. of 10th International Conference on Life Cycle Assessment of Food 2016*, Dublin. UCD, 1135-1144.
- Nemecek T., Schnetzer J. & Reinhard J., 2016. Updated and harmonised greenhouse gas emissions for crop inventories. *Int J Life Cycle Assess*, 21: 1361-1378, DOI 10.1007/s11367-014-0712-7.
- Goglio P., Smith W.N., Grant B.B., Desjardins R.L., McConkey B.G., Campbell C.A. & Nemecek T., 2015. Accounting for soil carbon changes in agricultural life cycle assessment (LCA): a review. *Journal of Cleaner Production*, 104: 23-39.
- Van Der Meer M., Lüscher G., Kay S. & Jeanneret P., 2017. What evidence exists on the impact of agricultural practices in fruit orchards on biodiversity indicator species groups? A systematic map protocol. *Environmental Evidence*, 6.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Um den Erwartungen von Politik und Gesellschaft an eine umweltfreundliche Land- und Ernährungswirtschaft gerecht zu werden, braucht es eine umfassende Bewertung der Umweltwirkungen, welche sicherstellt, dass erarbeitete Massnahmen einerseits die erwünschte Wirkung erzielen und anderseits keine unerwünschten Nebenwirkungen nach sich ziehen. Im Projekt SALCA werden hierzu die Ökobilanzmethode und Berechnungswerkzeuge entwickelt und eingesetzt.

Ziel des Projektes SALCA ist die Bereitstellung, Aktualisierung und Anwendungen von Ökobilanzmethoden und -daten sowie von Berechnungswerkzeugen zur Ökobilanzierung und Nachhaltigkeitsbewertung als Grundlage für ein betriebliches und produktbezogenes Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagement in der Land- und Ernährungswirtschaft. Die Methode wird hinsichtlich der Ökotoxizität (Pestizide und Schwermetalle), Biodiversität, Bodenqualität, Emissionsmodellen, Wirkungsabschätzungsmethoden, Ökosystemdienstleistungen weiterentwickelt. Die Berechnungswerkzeuge werden im Informatikprojekt SALCAfuture neu konzipiert und aktualisiert. Methoden, Daten und Berechnungswerkzeuge werden zur Beantwortung von aktuellen Fragen im Bereich Umwelt eingesetzt, wie der Bewertung von Pflanzenschutzstrategien.

Genehmigung des Projektes

Datum: 01.09.2017	Visum FGL: gage
Datum: 10.9.2017	Visum FBL / KBL: baro
Datum: 10.9.2017	Visum V SFF: baro



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.14.19.07.02

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

SALCAsustain

Nr. Bereich.

19 Agrarökologie und Umwelt

Nr. Gruppe

19.7 Gruppe Ökobilanzen

Projektleitung/Stellvertretung

Andreas Roesch/ Jens Lansche

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	784
Beitrag zu SFF	14
Beitrag zu weitem SFF	5, 6, 11, 13, 16

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	2.62, 2.67, 3.33, 3.36, 3.60, 3.115, 3.136, 8.5, 9.25, 9.28, 9.39, 9.48, 9.41, 16.44, 17.7, 18.15, 18.149, 24.10, 28.104
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Weiterentwicklung von Methoden für die Bewertung aller drei Dimensionen der Nachhaltigkeit (Umwelt, Ökonomie und Gesellschaft) auf Betriebsebene und Anwendung auf wichtige Forschungsfragen.

Entwicklung von Methoden für die Bewertung der Nachhaltigkeit von Landwirtschaftsbetrieben

Development of sustainability assessment methods for the evaluation of agricultural enterprises

Sustainability assessment, sustainable farm design, social well-being, , landscape-esthetics, work load

Ausgangslage und Problemstellung

Landwirte, Beratung, Politik, Privatwirtschaft und Forschung sind zunehmend auf eine möglichst vollständige und objektive Erfassung der Nachhaltigkeit (NH) des Agrarsektors angewiesen. Die hohe Bedeutung des Themas wird auch durch die Analyse der Stakeholder-Anliegen klar belegt. So hat das BLW mehrere Fragen formuliert, deren Beantwortung eine praxistaugliche Bewertung der Nachhaltigkeit voraussetzt. Zahlreiche Verbände und Institutionen sind zudem an der objektiven Messung von Teilaspekten der Nachhaltigkeit interessiert, Stichworte sind etwa „Aktionsplan Pflanzenschutz“ oder „Fairness“. Produktionsverbände wie IP-Suisse erweitern ihre Labels diesbezüglich und die Industrie und Grossverteiler entwickeln entsprechende Strategien, bei denen die Landwirtschaft eine grosse Rolle spielt.

Deshalb hat die umfassende Beurteilung der Nachhaltigkeit für alle drei Dimensionen (Soziales, Ökonomie und Umwelt) der landwirtschaftlichen Produktion in den letzten Jahren deutlich an Bedeutung gewonnen (z.B. Zapf *et al.* 2009; Paracchini *et al.* 2015; Roesch *et al.* 2016; Schader *et al.* 2016). Trotz substantieller Fortschritte bei der Bewertung der Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Betriebe besteht aber insbesondere im sozioökonomischen Bereich noch erheblicher Forschungsbedarf hinsichtlich einer quantitativen und objektiven Erfassung der wesentlichen Einflussfaktoren, einer besseren Berücksichtigung des Lebenszyklusansatzes sowie der Normierung und Aggregation von Indikatoren.

Ein erster wichtiger Meilenstein zur Erarbeitung eines Indikatorensets, welches alle drei Dimensionen der Nachhaltigkeit abdeckt, wurde mit der Methode SALCAsustain (Roesch *et al.* 2016) erreicht. Die gewonnenen Erkenntnisse umfassen aber für die meisten Aspekte der sozialen und ökonomischen Dimension der Nachhaltigkeit noch keine fertig ausgearbeiteten Indikatoren. Unter anderem wurden folgende Lücken identifiziert:

- (i) Menschliches Wohlbefinden: Normierung und Aggregation;
- (ii) Arbeitsbelastung: Berücksichtigung von Lohnunternehmen;

(iii) Tierwohl: Erweiterung des Massnahmenkatalogs auf weitere Tierarten und (iv) Ökonomie: Aggregation der Kennzahlen. Die im Bereich Umwelt identifizierten Lücken sind im Projekt 18.14.19.7.01_SALCA dargelegt.

Zudem muss ein Konzept zum Datenfluss und der Kontrolle der Plausibilität erarbeitet werden, welches im Rahmen des Projektes 18.14.19.7.01_SALCA umgesetzt wird.

Es ist beabsichtigt, die Forschung und Anwendung auf dem Gebiet der NH-Beurteilung von Agroscope, FiBL und HAFL auf einer „Plattform NH-Bewertung“ zu organisieren, um die Methoden, Tools und Forschungsergebnisse einer breiteren Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen. Mit einem Memorandum of Understanding (MoU) wird angestrebt, die Forschung zwischen den Institutionen besser zu vernetzen und Synergien zu nutzen.

SALCAsustain wird eingesetzt, um Managementstrategien von Landwirtschaftsbetrieben hinsichtlich ihrer NH zu beurteilen. Welche Systeme und Fragestellungen konkret untersucht werden, wird aufgrund der Akquisition zusätzlicher Mittel (Forschungsfonds, Behörden, Privatwirtschaft) im Laufe des Arbeitsprogramms festgelegt.

Ziele und Forschungsfragen

Hauptziel ist die Weiterentwicklung der Nachhaltigkeitsbewertungsmethode SALCAsustain mit dem Zweck, unterschiedliche Managementstrategien auf dem Betrieb hinsichtlich der Nachhaltigkeit zu analysieren und zu beurteilen. Folgende Unterziele werden verfolgt:

- 1) Erarbeitung eines Konzepts für die Normierung und Aggregation des Indikators „Menschliches Wohlbefinden“
- 2) Berücksichtigung der Leitmechanisierung und Lohnunternehmen für die Abschätzung der Arbeitsbelastung
- 3) Entwicklung eines geeigneten Indikators zur Bestimmung der Ästhetik der Landschaft
- 4) Integration der Umweltwirkungen aus dem Projekt 18.14.19.7.01_SALCA in die Bewertung der gesamten Nachhaltigkeit
- 5) Aggregation der Kennzahlen auf verschiedenen Stufen (möglicherweise bis hin zu einer einzigen Kennzahl für die gesamte Nachhaltigkeit). Dies umfasst insbesondere auch die Normierung der Kennzahlen.
- 6) Möglichst weitgehende Berücksichtigung des Lebenszyklusansatzes und damit dem Landwirtschaftsbetrieb vor- und nachgelagerte Prozesse
- 7) Schaffung einer Methode zur nachhaltigeren Gestaltung des Betriebs-Designs. Sie soll ermöglichen, die Wirkung unterschiedlicher Massnahmen auf die Nachhaltigkeit eines Betriebes zu analysieren und zu beurteilen.
- 8) Definition der Schnittstellen für die Integration der Methode im Projekt 18.14.19.7.01_SALCA
- 9) Test anhand einer genügend grossen Stichprobe von Schweizer Landwirtschaftsbetrieben. Dies schliesst insbesondere die Datenerhebung und -plausibilisierung ein (Projekt SustainFarm).
- 10) Anwendung der Methoden zur Beantwortung wichtiger Fragestellungen im Bereich Nachhaltigkeit.

Die Umsetzung mehrerer dieser Teilziele hängt von einer erfolgreichen Akquisition von Fremdmitteln ab. Dies gilt insbesondere für 1), 2) und 10). Für das Teilziel 9) wurden bereits Drittmittel erworben.

Für eine vollständige Beurteilung der Nachhaltigkeit ist die Weiterentwicklung des Konzepts für einen Tierwohl-Indikator und dessen Erweiterung auf häufig gehaltene Tierarten notwendig. Zudem muss ein Konzept für die Normierung und Aggregation ökonomischer Indikatoren erarbeitet werden. Aufgrund mangelnder Ressourcen müssen diese Ziele zurückgestellt werden. Im Laufe des Projektes wird geprüft, inwieweit sich anderweitig entwickelte Ansätze übernehmen lassen.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 14 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Die Projektskizze SALCAsustain leistet Beiträge zum Ziel 5) des SFF 14:
Damit Landwirtschaftsbetriebe in der Schweiz bezüglich deren Nachhaltigkeit bewertet werden können, bedarf es eines quantitativen Indikatorensatzes, welcher alle drei Dimensionen der NH (Ökologie, Ökonomie, Soziales) abdeckt. Dies umfasst neben der Entwicklung operationalisierbarer Indikatoren, Wirkungsmodelle und Aggregationsvorgehen auch die Anwendung der Methodik auf Praxisbetrieben.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 5: Beitrag zum Oberziel (Grundlagen für einen nachhaltigen Pflanzenschutz bereitzustellen):
Eine umfassende Bewertung des Pflanzenschutzes verlangt u.a. quantifizierbare Indikatoren im Bereich Ökonomie und Soziales, welche durch das Projekt SALCAsustain bereitgestellt werden.

zu SFF Nr. 6: Beitrag zu Ziel 3 (Definition von Haltungsformen, welche beitragen den Antibiotikaeinsatz zu verringern, ohne ökonomische und ökologische Anforderungen zu vernachlässigen):
Die Optimierung von Haltungssystemen und Nutzungsmethoden hinsichtlich der Ökologie, Ökonomie und Arbeitswirtschaft verlangt ein quantitatives Messinstrument, welches im Projekt SALCAsustain entwickelt wird.

Zu SFF Nr. 11: Beitrag zu Ziel 1 (wettbewerbsfähigere, ergonomischere, ökologischere und tiergerechtere Gestaltung der landwirtschaftlichen Produktion mit Smart-Farming-Systemen):

SALCAsustain hilft wesentlich mit, das nötige Werkzeug zur quantitativen Abschätzung verschiedener NH-Aspekte (z.B. Wettbewerbsfähigkeit, Arbeitsbelastung, soziale Auswirkungen) von Smart-Farming Technologien bereitzustellen.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Die SALCAsustain-Methodik und deren Anwendungen sind sowohl für konventionelle Systeme, integrierte Produktion als auch den Biolandbau einsetzbar. Spezifische Merkmale des Biolandbaus werden – wenn möglich – berücksichtigt, soweit sie für die untersuchten Systeme und Forschungsfragen relevant sind. Der Vergleich von Biolandbaubetrieben mit Referenzbetrieben wird hinsichtlich deren Nachhaltigkeit ermöglicht.

Material und Methoden (grob skizziert)

Die NH-Indikatoren werden in Zusammenarbeit mit den FG 17.4, 19.6, 19.7, 20.1 und 20.3 von Agroscope weiterentwickelt. Bei Bedarf werden weitere Institutionen (wie z.B. FiBL, HAFL, Agéco, jch-consult, HBLFA Raumberg-Gumpenstein) miteinbezogen.

Das methodische Vorgehen ist im Folgenden thematisch gegliedert und angelehnt an die Teilziele kurz erläutert.

Menschliches Wohlbefinden

Ausgehend von den Ausführungen in Roesch *et al.* (2016) sowie den Ergebnissen einer von IP-Suisse durchgeführten Umfrage auf Praxisbetrieben wird - in enger Zusammenarbeit mit der FG Sozioökonomie und andern externen Partnern - die Operationalisierung und Normierung/ Aggregation des Indikators „Menschliches Wohlbefinden“ durchgeführt. Dabei wird auf die jüngsten Entwicklungen (z.B. Latruffe *et al.*, 2016) sowie den von UNEP-SETAC entwickelten Richtlinien für die soziale Lebenszyklusanalyse zurückgegriffen. Zur Normierung/ Aggregation der einzelnen Aspekte des „Menschlichen Wohlbefindens“ ist es zielführend, die in Roesch *et al.* (2016) skizzierte Methode weiter zu entwickeln. Dies verlangt insbesondere, möglichst breit abgestützte Leistungsreferenzwerte.

Arbeitsbelastung

Für die Abschätzung der Leitmechanisierung wird u.a. auf eine Umfrage zum technischen Fortschritt zurückgegriffen, die im SFF11 von der FG Arbeit, Bau und Systembewertung durchgeführt wird. Für Betriebe, die einen substantiellen Anteil ihrer Arbeit durch Lohnunternehmer erledigen lassen, muss diese bei der Abschätzung der (zeitlichen) Arbeitsbelastung berücksichtigt werden.

Ästhetik des Landschaftsbildes

Der Indikator zur Beurteilung der Ästhetik des Landschaftsbildes basiert auf der Arbeit von Tveit *et al.* (2006) sowie Schüpbach *et al.* (2016). Der Indikator setzt sich aus einem flächengewichteten Präferenzwert und einem Diversitätsindex (Shannon-Index) zusammen, wobei zur Normierung auf Mittelwerte in den einzelnen UZL (Umweltziele für die Landwirtschaft) -Regionen und Produktionszonen zurückgegriffen wird,

Tierwohl

Im Bereich Tierwohl sind bei Agroscope keine spezifischen Aktivitäten für die Weiterentwicklung eines umfassenden Tierwohlindikators geplant. Laufende Arbeiten an der Forschungsanstalt HBLFA Raumberg Gumpenstein können wertvolle Grundlagen für eine Weiterentwicklung der Indikatoren zu einem späteren Zeitpunkt liefern.

Aggregation ökonomische Indikatoren

Zur Normierung und Aggregation der in Roesch *et al.* (2016) beschriebenen sechs ökonomischen Indikatoren wurde in Esteves *et al.* (2017) ein Vorschlag ausgearbeitet. Die Anwendbarkeit soll an konkreten Fallbeispielen geprüft und weiter verbessert werden.

Lebenszyklusansatz

Der in Roesch *et al.* (2016) präsentierte Fragenkatalog für das „menschliche Wohlbefinden“ erlaubt wegen der gegebenen Restriktion (Befragung nur via Betriebsleiter) keine vollständige Berücksichtigung vor- und nachgelagerter Prozesse. Um möglichst viele Stakeholder entlang der Wertschöpfungskette einzubeziehen, muss die Befragung auf weitere Stakeholder ausgedehnt werden. Für die Bewertung der wirtschaftlichen Situation eines Landwirtschaftsbetriebes soll geprüft werden, ob und wie sich die Methode der Lebenszykluskosten-Rechnung, was dem Ansatz einer Vollkostenrechnung entspricht, in das Gesamtsystem integrieren lässt. Für die soziale Dimension wird auf den Ansatz der Social LCA zurückgegriffen.

Managementstrategien

Der Vergleich unterschiedlicher Managementstrategien sowie betrieblicher Massnahmen bedarf einer sorgfältigen Zusammenstellung genügend detaillierter Inventare auf einer geeigneten Auswahl von Praxisbetrieben. In einzelnen Fällen dürfte es dabei zur Reduktion des Arbeitsaufwandes sinnvoll sein, auf Inventare von „Modellbetrieben“ zurückzugreifen.

Anwendung in der Praxis

Es ist unerlässlich, die entwickelten Methoden auf einem Netz von Schweizer Landwirtschaftsbetrieben unterschiedlichster Ausrichtung anzuwenden und auf ihre Praxistauglichkeit und Akzeptanz zu überprüfen. Dies schliesst insbesondere auch eine saubere Datenerhebung und gründliche -plausibilisierung mit ein. Das bereits laufende Projekt „SustainFarm“ liefert dazu einen wichtigen Beitrag.

Das Informatikprojekt SALCAfuture stellt die dazu nötigen Berechnungswerkzeuge bereit.

Statistische Analysen

Diverse statistische Methoden (multivariate Statistik, z.B. Regression, Faktoranalyse, Clusteranalyse) werden eingesetzt, um die gewonnenen Resultate auf ihre Plausibilität und Aussagekraft zu überprüfen und Empfehlungen für Forschung, Beratung und Praxis auszuarbeiten.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Esteves, M., Zorn, A., Baur, I. & Lips, M., 2017: Financial ratios as indicators of economic sustainability: Synergies and trade-offs for Swiss dairy farms, *21st International Farm Management Congress*, Edinburgh, July 2nd-7.
- Latruffe, L., Diazabakana, A., Bockstaller, C., Desjeux, Y., & Finn, J. (2016): Measurement of sustainability in agriculture: a review of indicators. *Studies in Agricultural Economics*, 118(3), 123-130.
- Paracchini M. L., Bulgheroni C., Borreani G., Tabacco E., Banterle A., Bertoni D. & De Paola C., 2015: A diagnostic system to assess sustainability at a farm level: The SOSTARE model. *Agricultural Systems*, 133, 35-53.
- Roesch A., Gaillard G., Isenring J., Jurt C., Keil N., Nemecek T., Rufener C., Schüpbach B., Umstätter C., Waldvogel T., Walter T., Werner J. & Zorn A., 2016: Umfassende Beurteilung der Nachhaltigkeit von Landwirtschaftsbetrieben. *Agroscope Science*, 33, 278 S.
- Schader C.; Baumgart L., Landert J., Muller A., Ssebunya B., Blockeel J., Weissshaidinger R., Petrasek R., Mészáros D., Padel S., 2016: Using the Sustainability Monitoring and Assessment Routine (SMART) for the Systematic Analysis of Trade-Offs and Synergies between Sustainability Dimensions and Themes at Farm Level. *Sustainability*, 8 (3), 274.
- Schüpbach, B., Junge, X., Lindemann-Matthies, P., Walter, T., 2016: Seasonality, diversity and aesthetic valuation of landscape plots: An integrative approach to assess landscape quality on different scales. *Land Use Policy*, 53, 27-35.
- Tveit, M., Ode, A., Fry, G., 2006: Key Concepts in a Framework for Analysing Visual Landscape Character. *Landscape Research*, 31, 229-255.
- Zapf R., Schultheiß U., Oppermann R., Van den Weghe H., Döhler H. & Doluschitz R., 2009: Bewertung der Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Betriebe. *KTBL-Schrift 473*. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet (Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Nachhaltig geführte Landwirtschaftsbetriebe sind für die Zukunft der Land- und Ernährungswirtschaft von höchster Bedeutung. Im Projekt werden operationalisierbare Indikatoren zur umfassenden Bewertung der Nachhaltigkeit von landwirtschaftlichen Betrieben in allen drei Dimensionen Umwelt, Ökonomie und Soziales entwickelt. Die Ergebnisse der Betriebsbewertungen sollen für Verbesserungen der Managementstrategien eingesetzt werden.

Die Beurteilung der Nachhaltigkeit von Landwirtschaftsbetrieben verlangt operationalisierbare Indikatoren, welche durch das Projekt SALCA sustain bereitgestellt werden. Das Projekt liefert folgende Beiträge zur Bestimmung von Nachhaltigkeits-Indikatoren: (i) die Normierung und Aggregation von Kennzahlen, insbesondere für die soziale und ökonomische Dimension, (ii) eine bessere Abschätzung der Arbeitsbelastung durch Einbezug der Mechanisierung und der Lohnunternehmen, (iii) die Erfassung der Ästhetik der Landschaft sowie (iv) eine möglichst gute Berücksichtigung vor- und nachgelagerter Prozesse.

Die Methodik soll erlauben, die Wirkung unterschiedlicher Massnahmen eines Betriebes zu analysieren und zu beurteilen mit dem Ziel, das Betriebsdesign nachhaltiger auszurichten. Wichtiges Ziel ist zudem, die Methode umfassend in der Praxis anzuwenden, was insbesondere auch die Datenerhebung und -plausibilisierung einschliesst, und eine saubere Schnittstelle zu den im Projekt SALCA entwickelten Umweltwirkungen verlangt.

Genehmigung des Projektes

Datum: 01.09.17	Visum FGL: gage
Datum: 11.9.2017	Visum FBL / KBL: baro
Datum: 11.9.2017	Visum V SFF: baro



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.14.20.03.04

Kurzbegriff/Projektakronym (max. 20 Zeichen)

Geruchsimmissionen

Nr. Bereich.

20

Wettbewerbsfähigkeit und Systembewertung (WFS)

Nr. Gruppe

20.3

Automatisierung und Arbeitsgestaltung

Projektleitung/Stellvertretung

Margret Keck / Beat Steiner

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	878
Beitrag zu SFF	14
Beitrag zu weitem SFF	6, 12, 13

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	3.110, 3.132, 3.139, 4.39, 4.40, 4.41, 4.42, 4.43, 4.44, 4.64, 4.70, 4.76, 5.11, 9.1, 15.3, 16.12, 23.76, 23.175, 23.224, 28.114, 28.115, 28.121
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Bewertung von Standorten und Geruchsimmissionen aus der Nutztierhaltung

Bewertung von Geruchsimmissionen

Assessment of site and odour impact from animal husbandry

Nutztierhaltung, Methoden, Geruchsausbreitung, Geruchsimmission, lokale Strömung, Standort, Exposition

Ausgangslage und Problemstellung

Mit Blick auf Auswirkungen auf die Anwohnerschaft stehen Betriebe mit Tierhaltung unterschiedlichen Herausforderungen gegenüber: a) betriebliches Wachstum mit grösseren Tierbeständen oder neuen Systemen am bestehenden Standort; b) Investitionssicherheit für Tierhaltungsbetriebe dank zukunftsgerichteter Betriebsstandorte; c) Siedlungsdruck (Bevölkerungswachstum, mit heranrückender Wohnbebauung vor allem in Agrar-, periurbanen ländlichen und touristischen Gemeinden) und zunehmende Sensibilisierung der betroffenen Anwohner gegenüber Geruchsimmissionen aus der Tierhaltung; d) Anforderung von Seiten der Raumplanung, die Zersiedelung nicht weiter voranzutreiben. Erfolgen betriebliche Anpassungen oder Investitionsentscheide nicht gekoppelt mit sorgfältigen Abklärungen zum Standort, können Einsprachen im Rahmen von Baubewilligungsverfahren oder später Geruchsbeschwerden aufwändige Streitfälle und Kostenfolgen nach sich ziehen.

Standortbewertung:

Die bisherigen Erkenntnisse von Agroscope zu Geruch von Einzelquellen und zum Abklingverhalten von Gesamtanlagen mit der Distanz müssen mit Daten für Standorte mit komplexem Gelände, lokalen Windsystemen (Hang-, Talwind) und Kaltluftabfluss erweitert werden. Unter diesen Bedingungen genügt eine fixe, richtungsunabhängige Abstandsermittlung/-bemessung nicht; vorhandene Ausbreitungsmodelle stossen an Grenzen bzw. lokale, standortbezogene meteorologische Daten fehlen in der Regel. Entscheidungsgrundlagen zur Geruchsausbreitung und zur Relevanz von Geruchsimmissionen je nach Standortsituation sind bisher unzureichend. Um der jeweiligen einzelbetrieblichen Situation und der jeweiligen Standortkonstellation mit den vielfältigen topographischen Gegebenheiten in der Schweiz in der Planungssituation gerecht zu werden, sind konkretere Vorgehensweisen und geeignete Indikatoren zur Abklärung lokaler Strömungspfade sowie lokaler Windeinflüsse und deren Auswirkung auf die

Geruchsausbreitung vor Ort erforderlich. Es gilt, die Investitionssicherheit zu verbessern. Daher ist ein Vorgehen erforderlich, damit Behörden, Planer und Experten einzelbetrieblich Standortabklärungen direkt vornehmen können.

Geruchsbeschwerden:

Harreveld (2001) beschreibt Geruchsbelästigung als Prozess von einer unangenehmen Geruchswahrnehmung, wiederholter Konfrontation mit der unerwünschten fremdbestimmten Situation, ihrer Unausweichlichkeit über die Beeinträchtigung von Wohlbefinden und Lebensqualität bis zu einer Beschwerde. Eine Vielfalt von Einflussgrössen trägt je nach Art, Intensität, Dauer und Häufigkeit sowie Hedonik zur Geruchswahrnehmung bei. Ein geeigneteres, situationsbezogenes Vorgehen, welches die Gesamtkonstellation mit vertretbarem Aufwand besser aufnimmt, fehlt.

Ziele und Forschungsfragen

1. Methoden sind entwickelt, erprobt und auf deren Eignung im Hinblick auf Planungsverfahren bewertet, um das Vorkommen lokaler Strömungspfade und deren räumliche Ausdehnung anhand von geeigneten Indikatoren zu ermitteln, und damit die Anwendbarkeit im Vollzug zu verbessern.
2. Ein Vorgehen zur Ermittlung und Bewertung von Geruchsimmissionen aus der Tierhaltung sowie zu möglichen Auswirkungen auf Betroffene ist unter Berücksichtigung der betrieblichen, standort- und immissionsbezogenen Konstellation evaluiert, um mit diesen methodischen Entwicklungen die Anwendbarkeit im Vollzug zu verbessern.
3. Fachliche Grundlagen zu Geruch und dessen Ausbreitung sind zur Vollzugsunterstützung bereitgestellt sowie Handlungswissen für Praxis und Beratung erarbeitet.

Eine erfolgreiche zukünftige Drittmittel-Akquisition ist im Bereich Forschung auf das Ziel 2 sowie im Bereich Vollzugsunterstützung auf den Umfang der Bearbeitung des Ziels 3 ausgerichtet.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 14 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

1. Methoden und Indikatoren zur Erfassung von Umweltwirkungen (Bsp. Geruchsimmissionen) und damit zur Vermeidung von Geruchsbeschwerden werden erarbeitet.
2. Erkenntnisse klären den Handlungsbedarf für zusätzliche Abklärungen, Vermeidungs-, Lösungsmassnahmen (Standortwahl).
3. Daten zu Emissionen und Immissionen bei unterschiedlichen Standort- und Betriebskonstellationen helfen, Prozesse, Ursachen, Interaktionen und Massnahmen zum Emissions- und Immissionsschutz zu erkennen.
4. Entscheidungshilfen werden für Akteure im Vollzug der Luftreinhaltung erweitert.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 6: Methoden und neue Erkenntnisse zur Bewertung von Standort und Geruchsimmissionen aus der Tierhaltung nehmen Entwicklungen in der Nutztierhaltung (Haltungsformen, technische Entwicklungen und einzelbetriebliche Abläufe), gesellschaftliche Ansprüche (Akzeptanz von Tierhaltung in der Nachbarschaft) und betriebliche Entwicklungen (grössere Herden) auf. (Frage 2 und Forschungsfrage 3)

zu SFF Nr. 12: Wissenschaftlich abgestützte Entscheidungsgrundlagen zur gezielteren Standortbewertung sind in der Schweiz mit heterogen ausgeprägter Topografie für Planungsverfahren von grosser Bedeutung. Den raumplanerischen Herausforderungen mit Bevölkerungswachstum, Siedlungsdruck, Standortgunst für Wohn- und Arbeitsorte stehen für landwirtschaftliche Betriebe Produktionskosten, Investitionssicherheit, die einzelbetrieblichen Standortanforderungen mit Blick auf Immissionsschutz und gesellschaftliche Akzeptanz von Tierhaltung in der unmittelbaren Nachbarschaft gegenüber. (Fragestellung 2 und Forschungsfrage 5).

zu SFF Nr. 13: Als Ergebnisse stehen neue Erkenntnisse und vor allem Methoden im Vordergrund, welche die sich verändernden gesellschaftlichen Anforderungen (Lebens- und Wohnqualität) im Kontext mit aktueller Produktionstechnik, Betriebsentwicklungsstrategien, Standortkonstellationen und die anzustrebende räumliche Entwicklung aufnimmt. Erkenntnisse, welche unerwünschte Umweltwirkungen verringern oder fundiertere Entscheidungshilfen zur Betriebsentwicklung bieten, dienen der Investitionssicherheit und damit der Wettbewerbsfähigkeit. Für betriebliches Wachstum sind bessere Kenntnisse der konkreten Standortvoraussetzungen, zur Geruchsausbreitung, -wahrnehmung und zur Bewertung von Geruchsimmissionen entscheidend. (Frage 1 und Forschungsfrage 3)

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Methoden und Entscheidungsgrundlagen für die Standortwahl und Investitionssicherheit sind auch auf Biobetriebe ausgerichtet. Ausgedehnte Flächenquellen, wie zum Beispiel die Haltung behornter Kühe oder ein grösserer Anteil an Festmist, sind gerade bei Biobetrieben von Bedeutung.

Material und Methoden (grob skizziert)

Zu Ziel 1) Vorgehen zur Standortbewertung:

- a) Damit zukünftig bereits in Planungssituationen lokale Strömungspfade einfacher ermittelt werden können, wird ein Erhebungskonzept ausgearbeitet. Winddaten können dabei neu auch bodennah mit dem mobilen Erfassungssystem (Solarbetrieb) an mehreren Positionen erhoben werden. Als Indikatoren für lokale Strömung und damit Geruchsausbreitung sollen geeignete Tracer für den Einsatz im Gelände evaluiert werden.
- b) Messperioden auf ausgewählten Einzelstandorten erfolgen zeitlich gestaffelt. Die topografisch, landnutzungsabhängige Standortsituation und Quellkonstellation wird beschrieben. Meteorologische Parameter zur Beschreibung der Strömungssituation werden erfasst und mit punktuellen Erhebungen von Geruchsimmission und Tracern, welche sich auch für die Planungsphase eignen, ergänzt. Damit werden das Vorkommen und die räumliche Ausdehnung des lokalen Strömungspfad ermittelt. Weiter werden experimentell am einzelnen Standort die Quellstärke (z.B. mit Tieren bei verschiedener Lebendmasse) und/oder die Quellkonstellation (Art, Grösse, Anordnung und Exposition von Einzelquellen) variiert, um Hinweise auf deren Einfluss zu erhalten.
- c) Die Übereinstimmung des Abklingverhaltens mit der Distanz zwischen Geruchswahrnehmung und ausgewählten Tracern im Strömungspfad wird geprüft.
- d) Ein geeignetes Vorgehen und Kriterien zur Standortbewertung werden mit Blick auf eine Anwendung im Vollzug konkretisiert.

Zu Ziel 2) Vorgehen zur Ermittlung und Bewertung von Geruchsimmissionen:

Die Realisierung von Ziel 2 ist von einer erfolgreichen Drittmittel-Akquisition abhängig.

- a) Ein situationsbezogenes Erhebungskonzept wird zur Ermittlung von Geruchsimmissionen aus der Tierhaltung konkretisiert unter Berücksichtigung der betrieblichen Aspekte (z.B. Art der Einzelquellen, Betriebsbedingungen), der standortbezogenen Konstellation (lokale Strömung, Art der Wohnnutzung, regionale Besonderheiten) sowie der immissionsseitigen Parameter (Geruchsart, Intensität, Häufigkeit, Dauer, Hedonik).
- b) Auswirkungen der Geruchsimmission auf die Lebensqualität Betroffener, auf die Beeinträchtigung im Verhalten und von Aktivitäten (z.B. Aufenthalt im Freien, Fenster schliessen, Wäsche aufhängen) sowie Hinweise zum Wohlbefinden werden erfragt.
- c) Die räumliche und zeitliche Übereinstimmung zwischen betrieblichen und strömungsbezogenen Aspekten sowie den Angaben von Testpersonen und betroffenen Anwohnern werden verglichen.
- d) Empfehlungen für ein situationsbezogenes Vorgehen zur Anwendung im Vollzug werden konkretisiert.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Albrecht A., Fischer G., Brunnenmann-Stubbe G., Jäckel U., Kämpfer, P., 2008. Recommendations for study design and sampling strategies for airborne microorganisms, MVOC and odours in the surrounding of composting facilities. International Journal of Hygiene and Environmental Health 211, 121-131.
- BAFU, 2015. Empfehlung zur Beurteilung von Gerüchen. Geruchsempfehlung Entwurf. Bundesamt für Umwelt, Bern, 45 S.
- DEFRA, 2010. Odour Guidance for Local Authorities. Department for Environment, Food and Rural Affairs, London.
- Eckhof W., Gallmann E., Grimm E., Hartung E., Kamp M., Koch R., Lang M., Schauburger G., Schmitzer R., Sowa A., 2012. Emissionen und Immissionen von Tierhaltungsanlagen – Handhabung der Richtlinie VDI 3894. Darmstadt.
- Fischer G., Albrecht A., Jäckel U., Kämpfer P., 2008. Analysis of airborne microorganisms, MVOC and odour in the surrounding of composting facilities and implications for future investigations. International Journal of Hygiene and Environmental Health 211, 132-142.
- Gallmann E., 2011. Beurteilung von Geruchsimmissionen aus der Tierhaltung. Habilitationsschrift Universität Hohenheim, 241 S.
- Keck M., Frei M., Schrade S., 2015. Influence of local terrain on odour attenuation over distance in a dairy farm with biogas plant. IWA Conference on Odours & Air Emissions, Paris, 16.-18.11.2015.
- Keck M., Schrade S., Frei M., Keller M., Weber K., Mager K., 2013. Geruchsquellen bei Biogasanlagen. Schlussbericht im Auftrag des BFE.
- Nicell J., 2009. Assessment and regulation of odour impacts. Atmospheric Environment 43, 196-206.
- Steiner B., Keck M., 2016. Mindestabstände von Tierhaltungsanlagen. Berichtsentwurf.
- Steiner B., Keck M., 2015. Situationsanalyse bei Geruchsbeschwerden über Rinderställe. Agrarforschung Schweiz 6 (11-12), 500-507.
- Whiteman C. D., 2000. Mountain meteorology: fundamentals and applications. Oxford University Press, pp. 355.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Zur Abklärung lokaler Strömungspfade entwickelt Agroscope Methoden für eine gezieltere Standortbewertung. Die immissionsseitige Geruchswahrnehmung und deren Bewertung sind mit Blick auf den betrieblichen und standortbezogenen Kontext beschrieben. Davon lassen sich Empfehlungen für die Planung von Tierhaltungsanlagen, zur Standortwahl und zur Vermeidung von Geruchsbeschwerden verbessern.

In der Schweiz mit heterogen ausgeprägter Topografie wird eine gezieltere Standortwahl von Betrieben mit Tierhaltung wichtiger. Agroscope entwickelt und bewertet mit Blick auf die Geruchsausbreitung Methoden und Indikatoren für Planungsverfahren zur Abklärung lokaler Strömungspfade. Einflussgrössen auf die immissionsseitige Geruchswahrnehmung und deren Bewertung sind mit Blick auf den betrieblichen und standortbezogenen Kontext aufgezeigt. Davon lassen sich Empfehlungen für die Planung von Tierhaltungsanlagen, zur Standortwahl und zur Vermeidung von Geruchsbeschwerden verbessern. Dies dient somit den Akteuren beim Vollzug der Luftreinhaltung.

Genehmigung des Projektes

Datum: 31.08.2017	Visum FGL: umch
Datum: 26.10.2017	Visum FBL / KBL: elna
Datum: 26.10.2017	Visum V SFF: baro



SFF 15

Den Boden schützen und standortgerecht nutzen

AutorInnen	David Dubois, Peter Weisskopf, Reto Meuli, Willy Kessler
Begleitende WissenschaftlerInnen	Marcel van der Heijden
Verantwortliche/r BereichsleiterIn	Robert Baur
Research Peer	Marcel van der Heijden

Zusammenfassung

Fruchtbare Böden sind ein knapper, unerlässlicher Produktionsfaktor für die Landwirtschaft. Neben der Primärproduktion erbringen landwirtschaftlich genutzte Böden weitere wichtige Ökosystemleistungen wie CO₂-Speicherung, Trinkwasserfilterung, Hochwasserschutz und -regulierung sowie Speicherung und Recycling von Nährstoffen. Die biologischen Prozesse im Ökosystem Boden sind allerdings hochkomplex und erst teilweise verstanden.

Die landwirtschaftlichen Böden in der Schweiz sind gegenwärtig Gefahren und Belastungen ausgesetzt, die zu einer Abnahme ihrer Fruchtbarkeit und Leistungsfähigkeit wie auch zu quantitativen Flächenverlusten führen. Einem besseren Verständnis der Prozesse im Boden, der Erfassung der aktuellen Belastungssituation der Schweizer Böden und der Erarbeitung von Empfehlungen für eine nachhaltige, standortgerechte Bodenbewirtschaftung und den Schutz der Bodenfunktionen kommt daher eine zentrale Bedeutung zu. Weiter benötigen Politik und Praxis Bodeninformationen und Methoden für die gezielte Planung der Landnutzung, die Erhaltung der Fruchtfolgeflächen und die Raumplanung.

Ausgangslage und Hintergrund

An zahlreichen Standorten werden die Qualität und damit die Funktionen unserer Böden durch Verdichtung, Erosion, Humusschwund, chemische Kontamination und unerwünschte Einflüsse auf die Bodenlebewesen beeinträchtigt. Treibende Kräfte sind Änderungen in der Bewirtschaftung aufgrund des hohen Kosten-, Leistungs- und Zeitdrucks in der landwirtschaftlichen Produktion, direkte bzw. diffuse Stoffeinträge aus Landwirtschaft bzw. Gesellschaft sowie der Klimawandel. Deshalb ist abzuklären, unter welchen Bedingungen die Belastungsgrenzen des komplexen Wirkungsgefüges physikalischer, chemischer und biologischer Prozesse im Boden überschritten werden, an welchen Standorten in der Schweiz dies heute oder in Zukunft eintritt, welche Standorte und Bewirtschaftungssituationen besonders empfindlich für diese Risiken sind und welche Massnahmen eine nachhaltige Nutzung der Ertragsfähigkeit sowie der Regulations- und Speicherfunktionen des Bodens gewährleisten bzw. wie der Boden vorbeugend vor nicht oder nur unvollständig regenerierbaren Veränderungen geschützt werden kann.

In der dicht besiedelten Schweiz nimmt auch der Druck auf die landwirtschaftlichen Produktionsflächen durch konkurrierende Nutzungsinteressen zu. Überbauung und Versiegelung, Ausdehnung des Waldes oder Erweiterung des Gewässerraums bewirken einen stetigen Verlust an landwirtschaftlich nutzbaren Böden, was die Nahrungsmittelproduktion der Landwirtschaft und die daran gekoppelten multifunktionalen Leistungen der Landwirtschaft beeinträchtigt.

Zur Lösung der Nutzungskonflikte benötigen Bund, Kantone, Gemeinden und Grundeigentümer national einheitlich erhobene, flächendeckende Bodeninformationen und fachliche Grundlagen zur Beurteilung der Eigenschaften und Eignung unterschiedlicher Böden. Damit soll sichergestellt werden, dass raumplanerische Entscheide vermehrt den verschiedenen Bodenfunktionen und gesellschaftlichen Ansprüchen Rechnung tragen.

Aufgrund dieser Entwicklungen soll das SFF 15 Wissensbeiträge zu folgenden Herausforderungen erarbeiten:

Natürliche Ressourcen als Grundlage für die Produktion sichern

Um die Erbringung der gesellschaftsrelevanten Funktionen der Landwirtschaftsböden für die Zukunft gezielt sichern zu können, bedarf es verlässlicher Angaben zum Zustand und zur zeitlichen Entwicklung der Belastungen der Böden sowie ein flächendeckendes Bodeninventar mit Informationen zu den Eigenschaften der Böden sowie zu den Flächenverlusten an Böden. Dazu sind weitere Fortschritte notwendig, um die Bodenqualität, das heisst die Ertragsfähigkeit und weitere Bodenfunktionen, aussagekräftig erfassen zu können. Zuhanden Praxis und Politik gilt es weitere Massnahmen zu entwickeln zur Förderung einer nachhaltigen landwirtschaftlichen Nutzung der Böden und zum Schutz vor Einflüssen durch Klimaänderung oder der Gesellschaft; dazu gehört auch das Bereitstellen

len standort- und situationsspezifischer Entscheidungshilfen. Spezifischer Wissensbedarf besteht auch bezüglich der Eigenschaften und dem Verhalten landwirtschaftlich genutzter organischer Böden.

Aufgrund des grossen Aufwandes für detaillierte Bodenuntersuchungen und deren Bedeutung für raumrelevante Entscheide sind früher erhobene Bodendaten zentral für die Verwaltung digital zugänglich zu machen, Konzepte zu erarbeiten, um Datenlücken zu schliessen und neue Tools zu deren Auswertung zu entwickeln, unter Nutzung der wachsenden Menge verfügbarer räumlicher Daten.

Erbringung der Ökosystemdienstleistungen sichern

Böden leisten einen bedeutenden Beitrag zur Regulierung des Wasserhaushaltes durch Speicherung von pflanzen-nutzbarem Wasser bei Trockenheit, Verzögerung und Dämpfung von Hochwasserspitzen und Filterung von Niederschlags- und Oberflächenwasser. Böden bilden den zweitgrössten natürlichen Kohlenstoffspeicher und sind in der Lage, bei gezielter Bewirtschaftung zusätzlichen Kohlenstoff aus der Atmosphäre aufzunehmen. Zudem verfügen die Bodenlebewesen über die Fähigkeit, Nährstoffe aus organischen Abfällen der Land- und Ernährungswirtschaft wieder für die Pflanzen nutzbar zu machen. Diese Leistungen gilt es darzustellen und ihre weitere Erbringung für die Zukunft zu sichern.

Ressourceneffizienz im Kontext Ernährungssicherheit verbessern

Verschiedene Bodeneigenschaften und Prozesse im Boden beeinflussen die Ressourceneffizienz der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion. Dies sind insbesondere die Bodenfunktionen «Standort für das Pflanzenwachstum», «Speicher für Wasser und Nährstoffe» sowie «Bioreaktor für den Auf- und Abbau organischer Substanz sowie die Mineralisierung und Mobilisierung von Nährstoffen». Zusätzliche Kenntnisse über die beteiligten Prozesse und Stoffflüsse in den Agrarökosystemen und deren gezielte Lenkung und Nutzung werden benötigt, um eine standortgerechte nachhaltige und ressourcenschonende Primärproduktion zu fördern und die Resilienz von Produktionssystemen zu verbessern. Gleichzeitig ist der Bedarf für vorbeugende Massnahmen gegen Schadstoffeinträge durch Recyclingdünger zu klären.

Emissionen reduzieren

Der Boden spielt in Agrarökosystemen eine bedeutende Rolle als Ort der Speicherung und Umsetzung von Stoff-, Wasser- und Energieflüssen. Verschiedene Politikbereiche weisen deshalb intensive Interaktionen mit der Landnutzung auf. Dazu zählen Klimaerwärmung durch Treibhausgase, Wasserwirtschaft, Trinkwasserschutz, Nährstoffkreisläufe und -Austräge, Akkumulation persistenter Schadstoffe oder die C-Sequestrierung in Böden. Ansätze zur Reduktion unerwünschter Emissionen aus der Landwirtschaft basieren deshalb auch auf Entscheidungshilfen und Massnahmen bei der landwirtschaftlichen Bodennutzung.

Sichere und gesunde Ernährung gewährleisten

Persistente Schadstoffe aus Landwirtschaft und Gesellschaft können im Boden akkumulieren. Um diesbezügliche Risiken für die Kontamination von Nahrungs- und Futtermitteln gering zu halten, bedarf es Kenntnisse zu punktuellen und diffusen Belastungen, die mit Hilfe von Stoffflussanalysen, Messungen und Modellierung gewonnen werden können. Dabei sind die Grenzwerte der Fremd- und Inhaltsstoffverordnung (FIV) relevant; zudem stellen sich Fragen zur Bioverfügbarkeit der Schadstoffe sowie zu umsetzbaren Remediations-Massnahmen bei stark belasteten Böden. Auch das Vorkommen antibiotikaresistenter Mikroorganismen in Gülle und Boden gilt es zu erforschen.

Allgemein streben die Forschungsaktivitäten im SFF 15 danach, die Nutzung der Bodenprozesse standortgerecht zu optimieren, um bei begrenztem externen Input die Effizienz und Resilienz der Agrarproduktion zu erhöhen und Bodenleistungen synergistisch zu steigern. Dazu ist ein vertieftes Verständnis des Zusammenspiels zwischen Bodenstruktur, Witterung, Bodenmilieu, Bodenleben sowie C und N-Kreisläufen von grosser Bedeutung, damit ein entsprechendes Handlungswissen abgeleitet werden kann.

Nationales und internationales Forschungsumfeld

Ressource Boden: Licht in die Black Box bringen

Der Boden spielt eine Schlüsselrolle auf der Erde. Über sieben Milliarden Menschen ernähren sich von Produkten, die aus dem Boden hervorgegangen sind. Die Böden spielen nicht nur eine Rolle für die landwirtschaftliche Produktion, sondern hat vielfältige weitere Funktionen. Er speichert Wasser und Nährstoffe, beherbergt eine enorme Vielfalt und Vielzahl von Organismen und ist dadurch eines der vielfältigsten Habitate auf der Erde^{1, 2}. Ausserdem speichern die Böden global schätzungsweise mehr als 500–3000 Pg Kohlenstoff (C), mehr als in der Atmosphäre und in allen Pflanzen zusammen enthalten ist³. Die Böden spielen also eine zentrale Rolle für die biogeochemischen Zyklen der Erde (z.B. C-, N- und P-Kreisläufe) und viele Umweltprobleme (Klima-Erwärmung, Bodenerosion, Bodendegradation, Auswaschung von Nähr- und Schadstoffen, Überschwemmungen, Verlust an Ertragsbildungsvermögen bzw. Bodenfruchtbarkeit) können nicht gelöst werden, ohne die Böden und ihre Qualität in Betracht zu ziehen. Zudem ist der Boden nicht nur eine wichtige, sondern in der dicht besiedelten Schweiz auch eine knappe Ressource, und ist gegenwärtig vielfältigen Ansprüchen ausgesetzt. In der Schweiz geht seit Jahrzehnten pro Sekunde 1 m² Kulturland verloren⁴. Die Bodenforschung ist unerlässlich, um diese vielseitigen Probleme zu verste-

hen und Lösungen zu erarbeiten, und deshalb von ausserordentlicher Bedeutung. Die UNO hat dies auch erkannt und das Jahr 2015 wurde zum «Internationalen Jahr des Bodens» erklärt.

Ressourceneffizienz und Nährstoffkreisläufe (N, P, C)

Kürzlich wurde von der Food and Agriculture Organization (FAO) und dem Intergovernmental Technical Panel on Soils (ITPS) erstmals der Zustand der Böden auf globaler und regionaler Ebene beurteilt. Neben dem alarmierenden Rückgang der Bodenbiodiversität und einer ineffizienten Stickstoffnutzung stellen Bodendegradation, Bodenerosion und der Humusverlust eine grosse Bedrohung für die nachhaltige Nutzung der Böden dar. Circa 23% der Böden weltweit sind degradiert, und jährlich kommen 5 bis 10 Millionen Hektaren dazu⁵. Bodenerosion und Bodendegradation verursachen auch in der Schweiz grosse Probleme⁶, und es ist wichtig, Massnahmen zu erarbeiten, um Bodendegradation zu minimieren (Bereich Bodenphysik und Bodenchemie), den Bodenzustand zu evaluieren (inkl. Akkumulation und Verhalten von Schadstoffen und bodenfremden Substanzen) und das Risiko von Bodendegradation auf verschiedenen räumlichen Ebenen (Parzelle, Betrieb, Region) zu modellieren.

Die Auswirkungen der ineffizienten Stickstoffnutzung gehen weit über die Grenzen der Agrarökosysteme hinaus. Bei einer mineralischen Stickstoffdüngung geht etwa die Hälfte durch Auswaschung (Nitrate) oder Gasemissionen (u.a. Lachgas) verloren. Dies beeinflusst sowohl die Qualität des Trinkwassers als auch das Klima und die Ozonschicht. Ausserdem gehen durch diese N-Verluste wichtige Nährstoffe für die landwirtschaftliche Produktion verloren, welche ersetzt werden müssen. Es ist deshalb wichtig zu untersuchen, wie man N-Verluste minimieren (Auswahl geeigneter Anbausysteme und Anbaumassnahmen) oder die natürliche N-Fixierung erhöhen kann. Des Weiteren kostet die Produktion von mineralischem N viel Energie (für 1 kg N braucht es circa 2 Liter Öl) und es wird deshalb, langfristig gesehen, mit steigenden Ölpreisen auch für die Landwirte finanziell interessant, die Stickstoffeffizienz zu verbessern.

Schätzungen gehen davon aus, dass leicht abbaubare Phosphate nach den nächsten 100 bis 200 Jahren verschwunden sein werden; man spricht sogar von einer globalen Phosphorkrise^{7 8}. Deshalb ist es für die Zukunft wichtig, P und andere Nährstoffe besser zu rezyklieren und die natürlichen Phosphorvorräte besser zu erschliessen (circa 90% des Phosphors im Boden ist nicht verfügbar für Pflanzenwurzeln). Dies ist möglich durch Züchtung von angepassten Pflanzenlinien oder verbesserten Symbiosen mit Bodenbakterien und Bodenpilzen (Mykorrhizapilze), welche P besser verfügbar machen.

Ein weiterer Faktor, der mit Sorge betrachtet wird, ist der Verlust an organischer Bodensubstanz («Humus»). Humus hat auf nahezu alle Ökosystemdienstleistungen des Bodens eine positive Wirkung, weshalb der Humusverlust dringend gestoppt werden muss. Der Wiederaufbau des verlorengegangenen Humus ist daher ein Schlüsselement zur Entwicklung von nachhaltigen Landnutzungssystemen und trägt nebenbei durch Kohlenstoffspeicherung im Boden zu einer Abschwächung des Klimawandels sowie zu einem aktiveren Bodenleben bei.

Dschungel unter den Füßen nachhaltig nutzen

Der Boden ist eines der vielfältigsten Habitate auf der Erde. Ein Gramm Boden enthält schätzungsweise bis zu einer Milliarde Bakterien, zehntausende Arten an Bakterien, Pilzen, Fadenwürmern und bis zu 200 Meter Pilzfäden¹. Die Funktion dieser unterirdischen Bodenökosysteme und ihr Nutzen für die Landwirtschaft und die Umwelt sind noch unklar und wenig erforscht. Die Entwicklung von molekularen Methoden hat es erst in den letzten Jahren möglich gemacht, die Identität der Bodenorganismen rasch und ohne grosse Kosten zu bestimmen. Dadurch kann jetzt untersucht werden, wie Anbausysteme, Bodenbearbeitung, Pestizideinsatz und Düngung sich auf die Bodenlebewesen auswirken und welche Massnahmen man treffen kann, um die Bodenfunktionen zu schützen.

Arbeiten der letzten Jahre haben gezeigt, dass intensive Landwirtschaft einen negativen Einfluss z.B. auf Humusgehalt und Bodenstruktur sowie auf die Bodenbiodiversität und viele Gruppen von Bodenlebewesen haben kann⁸. Wie sich diese Reduktion der Bodenbiodiversität auf das Funktionieren von Bodenökosystemen auswirkt, ist noch kaum bekannt. Fragen, die beantwortet werden müssen, sind vielfältig, zum Beispiel: Welchen Einfluss haben das Bodenleben und die Bodenbiodiversität auf den Ertrag, die Nährstoffeffizienz und die Widerstandsfähigkeit (Resilienz) eines Ökosystems? Ist die Auswaschung von Nitraten ins Grundwasser und die Produktion von klimarelevantem Lachgas höher, wenn das Bodenleben reduziert ist, wie kürzlich in Modellsystemen gezeigt wurde⁹? Kann ein Bauer auf biologischen Anbau umstellen, wenn der Boden jahrelang zu intensiv genutzt wurde und die Bodenbiodiversität reduziert ist? Auch ist noch kaum bekannt, ob man die mikrobiellen Gemeinschaften von Pflanzenwurzeln, so genannte «Mikrobiome», so beeinflussen kann (zum Beispiel durch gezieltes Beizen des Saatguts mit nützlichen Organismen wie Mykorrhiza-Pilzen, Trichoderma oder Stickstoff-fixierenden Bakterien), dass die Pflanzen besser Nährstoffe aufnehmen können und resistenter gegen Trockenheit und Stress sind. Kürzlich wurde vorgeschlagen, mittels «Soil Ecological Engineering» das Bodenleben gezielt zu nutzen¹. Bis jetzt ist dieses Konzept eher theoretisch und es braucht dringend mehr Forschung, um das Bodenleben und Bodenmikrobiome besser für die landwirtschaftliche Produktion zu nutzen, oder um die Nährstoffaufnahme und Nährstoffeffizienz zu verbessern. Voraussetzungen dafür ist es, im Rahmen der landwirtschaftlichen Bodennutzung eine gute Bodenstruktur und ein günstiges chemisches Bodenmilieu bereitzustellen.

Die wichtigsten Fragen, die sich national und international zur Thematik des SFF stellen, sind:

1. Wie beeinflusst die Biodiversität im Boden das terrestrische Ökosystem und die Bodenfunktionen? Welches sind massgebende Interaktionen zwischen Bodenbiologie, -physik und -chemie? Wie wirken sich verschiedene landwirtschaftlichen Bewirtschaftungsmethoden auf die essentiellen Bodenfunktionen wie Ertragsbildung, Nährstoffrecycling, Kohlenstoffspeicherung und Widerstandsfähigkeit gegenüber Störungen und Stress aus?
2. Wie verhalten sich Schadstoffe und bodenfremde Substanzen (Pestizide, Antibiotika, Steroidhormone, Nanopartikel, Mikroplastik usw.) in Böden und welchen Einfluss haben diese sowie der Bodenstrukturzustand (Bodenverdichtung) auf wichtige Bodenfunktionen?
3. Wie kann man die Ressourceneffizienz (Stickstoff- und Phosphornutzung, Wasserverfügbarkeit) erhöhen, und welche Massnahmen (Düngung, Bodenbearbeitung, Anbausystem) stehen zur Verfügung, um die Ressourceneffizienz zu verbessern?
4. Regionales Land Management: Unter welchen Bedingungen können in der Landwirtschaft im regionalen Kontext Kohlen- und Nährstoffkreisläufe optimiert und Schadstoffeinträge in die Böden vermieden werden? Welche regionalen Modelle sind für diesen Zweck zu entwickeln, um anhand von Modellszenarien die Wirksamkeit von praxisrelevanten Massnahmen für eine nachhaltige Bodennutzung zu evaluieren? Welche Messmethoden und Erhebungskonzepte ermöglichen ein effizientes Monitoring und verlässliche Aussagen über die Langzeitentwicklung unserer Böden?

Literatur

- Bender, S.F., Wagg, C., van der Heijden, M.G.A. (2016) An underground revolution: Biodiversity and soil ecological engineering for agricultural sustainability. *Trends in Ecology and Evolution* (in press);
- Wall, D. H., Nielsen, U. N., & Six, J. (2015). Soil biodiversity and human health. *Nature* 528, 69–76;
- Wieder WR, Bonan GB, Allison SD. 2013. Global soil carbon projections are improved by modelling microbial processes. *Nature Climate Change* 3: 909–912;
- Arealstatistik Daten 1992/1997; ähnlicher Trend 2004/2009;
- Lal, R. and Stavi, I. (2015) Achieving Zero Net Land Degradation: Challenges and opportunities. *Journal of Arid Environments*. 112, Part A, 44–51.;
- Gisler I., Liniger H.P. und Prasuhn V. (2011) Erosionsrisikokarte im 2x2-Meter-Raster (ERK2): *AgrarForschung Schweiz* 2 (4): 148–155.
- Abelson, P. H. (1999). A potential phosphate crisis. *Science*, 283, 2015;
- Tsiafouli, M.A., et al. (2015) Intensive agriculture reduces soil biodiversity across Europe. *Global Change Biology* 21: 973–985;
- Bender, S.F, van der Heijden, M.G.A. (2015) Soil biota enhance agricultural sustainability by improving crop yield, nutrient uptake and reducing nitrogen leaching losses. *Journal of Applied Ecology* 52: 228–239.

Stellung und Positionierung von Agroscope im Forschungsfeld

Agroscope betreibt im Mandat von BAFU und BLW die Nationale Bodenbeobachtung NABO, die rund 100 über die gesamte Schweiz verteilte Standorte periodisch beprobt und analysiert. Erfasst wird damit die Hintergrundbelastung bzw. die Belastung der Böden durch die übliche Landnutzung. An rund 50 landwirtschaftlich genutzten Standorten werden zudem die jährlichen Bewirtschaftungsdaten erfasst, was einen direkten Vergleich der Bewirtschaftung mit den gemessenen Stoffgehalten ermöglicht (Kausalität). Die über 30-jährige Zeitreihe und die einzigartige Fülle an Metainformation für verschiedene Betriebstypen aus der gesamten Schweiz werden in zahlreichen Projekten mit internen und externen Partnern (Hochschulen, Forschungsanstalten und Kantone) in Wert gesetzt.

Zuhanden des Agrarumweltmonitorings für den jährlichen Agrarbericht des BLW werden von Agroscope zudem Indikatoren betreut, welche im Sinne eines Ampelsystems frühzeitig vor übermässigen Belastungen der Landwirtschaftsböden warnen.

Die Nationale Bodenbeobachtung NABO führt für die Kantone periodisch Workshops und wissenschaftliche Tagungen durch und unterstützt diese bei der Auswertung und Interpretation ihrer Daten. Die jährlich von der NABO organisierten Ringversuche unter den Analysenlabors stellen zudem sicher, dass die Resultate schweizweit eine hohe Qualität aufweisen und die für den Vollzug notwendige Vergleichbarkeit erfüllen.

Agroscope erarbeitet chemische, physikalische und mikrobiologische Methoden sowie Modelle für die Charakterisierung von Bodeneigenschaften und -prozessen. Einige dieser Methoden werden unter Berücksichtigung internationaler Standards zu verbindlichen Referenzmethoden für die Beurteilung verschiedener Aspekte der Bodenqualität in der Schweiz ausgearbeitet, beschrieben und validiert; ausgewählte Methoden werden im Rahmen von Ringversuchen zwischen verschiedenen Labors getestet.

Agroscope ermittelt Grundlagen fürs Ableiten von Belastungsgrenzen terrestrischer Systeme und erarbeitet konkrete Grenzwertvorschläge (Richt-, Prüf- und Sanierungswerte) für die nationale Bodenschutzgesetzgebung (VBBo) und zur Anwendung durch kantonale Bodenschutz-Fachstellen.

Agroscope betreibt Prozessforschung mit dem Ziel, Böden unter typischen Bedingungen der Schweiz ganzheitlich bezüglich ihre Funktionen betrachten und beurteilen zu können. Ein spezielles Merkmal der Arbeiten von Agroscope ist deshalb der Fokus auf die Wechselwirkungen zwischen physikalischen, chemischen und biologischen Prozessen im Boden unter Berücksichtigung der standörtlichen Gegebenheiten. Dazu wird stark interdisziplinär und meist im Feld gearbeitet, im Gegensatz zu Hochschulen. Agroscope plant und betreut dazu Langzeit-Feldversuche, welche für Abklärungen langfristiger Veränderungen von Bodeneigenschaften als Folge landwirtschaftlicher Bewirtschaftung sehr wichtig sind. Diese Langzeitversuche werden auch von anderen Institutionen genutzt (z.B. gemeinsame Diss-Projekte mit ETHZ und Unis).

Zuhanden Vollzug, Lohnunternehmern und Landwirten entwickelt Agroscope – teilweise zusammen mit anderen Institutionen – Entscheidungshilfen und Lösungsempfehlungen für bodenschonende, effizienzfördernde Bewirtschaftung in der landwirtschaftlichen Praxis, die den unterschiedlichen Standortvoraussetzungen Rechnung tragen. Die innovativen Entscheidungshilfen Terranimo und ERK2 werden zur Vermeidung von Bodenverdichtung und Erosion weiterentwickelt. Auch eine auf schweizerische Bedingungen angepasste Humusbilanzmethode steht vor der Einführung in die Praxis.

Forschung und Politikberatung bezüglich Neuerungen in Bodenbearbeitung und -bewirtschaftung fokussieren sich bei Agroscope aktuell auf die Nutzung von Zwischenbegrünungen im Ackerbau und auf pfluglose Ackerbausysteme sowie den präziseren Einsatz von Landmaschinen dank Satelliten- oder Sensorsteuerung (Smart-Farming)

In der Erforschung landwirtschaftlich genutzter organischer Böden und der Erarbeitung von Indikatoren zur Abschätzung des C-Verlustes hat Agroscope in den letzten Jahren mehrere drittfinanzierte Projekte (Projekte BAFU, SNF, NFP68) durchgeführt und sich damit national eine starke Position verschafft. Von keiner Gruppe der grösseren Forschungsinstitutionen der Schweiz werden landwirtschaftlich genutzte organische Böden als Schwerpunkt untersucht, obwohl deren Nutzung grosse politische Zielkonflikte birgt. Darüber hinaus sind die Ergebnisse aus Forschung und Monitoring von Agroscope Teil des nationalen THG-Inventars der Schweiz (Boden-C-Messreihen NABO, Emissionsfaktoren organischer Böden, Fläche der organischen Böden).

Mit den laufenden Tätigkeiten zur Aktualisierung der Referenzmethoden Bodenqualität, mit der Nationalen Bodenbeobachtung NABO im Auftrag von BAFU und BLW sowie der BAFU-finanzierten zentralen Bodendatenspeicherung NABODAT bearbeitet Agroscope bereits wichtige Elemente des in der Bodenmotion von NR Müller-Altermatt geforderten Nationalen Kompetenzzentrums Boden als Gewinn für Landwirtschaft, Raumplanung und Hochwasserschutz zuhänden Politik und Verwaltung. Aufgrund dieser Tätigkeiten und begleitender Ressortforschung könnte Agroscope auch die in der Bodenmotion genannte neue Nationale Servicestelle Auswertung Bodeninformationen/ Nationales Bodenreporting aufbauen. Dazu bedarf es jedoch eines angemessenen Zusatzbudgets.

Wissenschaftliche Ziele und Forschungsfragen

1. Mit welchen Methoden und Indikatoren lassen sich der Grad der Belastung und der Funktionserfüllung unserer Böden ermitteln und beurteilen? Wie definieren sich Belastungsgrenzen im komplexen Wechselspiel von physikalischen, chemischen und biologischen Prozessen der Schweizer Böden und wo liegen diese Grenzen? Wie unterscheiden sich die bioverfügbaren Schadstoffgehalte von den bislang bestimmten Totalgehalten? Mit welchen Modellen und Auswertungstools können schweizweit verfügbare Bodeninformationen als Entscheidungsgrundlage für die Hauptanwender (Bund, Kantone; Landwirte, Lohnunternehmer, Berater) ausgewertet und interpretiert werden?
2. Wie ist die Belastungssituation unserer Böden sowie deren Ertragsfähigkeit und ökologische Funktionalität heute und wie ist deren zeitliche Entwicklung? Welches sind die Erkenntnisse aus Monitoring und Früherkennung in der Nationalen Bodenbeobachtung NABO und dem Agrarumweltmonitoring AUM? Welche Empfehlungen lassen sich daraus ableiten? Wie verhalten sich Schadstoffe und bodenfremde Substanzen (Pestiziden, Antibiotika, Steroidhormone, Nanopartikel, Mikroplastik usw.) im Boden und welchen Einfluss haben diese auf wichtige Bodenfunktionen (inkl. Bodenstruktur, Nährstoffaufnahme und Verluste, Resilienz) und die Bodenfruchtbarkeit?
3. Mit welchen Bewirtschaftungs- und Nutzungsmassnahmen können die Ertragsfähigkeit und die ökologische Funktionalität der landwirtschaftlich genutzten Böden erhalten oder verbessert werden? Wie wirken sich unterschiedliche Bewirtschaftungsmethoden (Bio, ÖLN, Direktsaat, usw.) auf die essentiellen Bodenfunktionen wie Ertragsbildung, Nährstoffrecycling, Kohlenstoffspeicherung und Widerstandsfähigkeit gegenüber Störungen und Stress aus? Welchen Einfluss hat die Anwendung von Maschinen und Hilfsstoffen wie z.B. Biochar auf die Böden sowie ihre Funktionen, insbesondere auf die Bodenfruchtbarkeit bzw. die Regulations- und Speicherfunktionen? Welche standort- und situationsspezifischen Entscheidungshilfen und politischen Steuerinstrumente können angeboten werden?

4. Wie beeinflussen Bodenprozesse unter dem Einfluss landwirtschaftlicher Bodennutzungsmassnahmen die Ressourceneffizienz, Kohlenstoff- und Nährstoffkreisläufe sowie die Emissionen der Landwirtschaft auf mineralischen oder organischen Böden?
5. Aufgrund welcher Kriterien und mit Hilfe welcher Massnahmen können degradierte oder anthropogene Böden mit einem eingeschränkten Produktionspotential zu Fruchtfolgeflächen aufgewertet werden? Wie wirkt sich die temporäre Versiegelung eines FFF-Bodens auf seine Funktionen und deren Wiederherstellbarkeit aus?
6. Mit welchen Bodeninformationen sowie Konzepten, Hilfsmitteln und Vorgehensweisen lassen sich nutzungsbezogene (Landwirtschaft, Wald, Siedlung, Gewässerraum) und funktionelle Bodenkonflikte (Produktion, Ökologie und Naturschutz, Erholung und Freizeit) aufgrund standortspezifischer Bodenfunktionsbeurteilung gezielt lösen?
7. Wie beeinflusst die Biodiversität im Boden das terrestrische Ökosystem und die Bodenfunktionen?

Praktischer Nutzen der Aktivitäten im Forschungsfeld und wichtigste Outcomes

Als vier wichtigste Outcomes sind zu erwarten:

- Geeignete Indikatoren /Methoden, Erhebungskonzepte für ein effizientes Boden-Monitoring, eine Nationale Datenbank zur zentralen Speicherung der zunehmenden Menge an Bodendaten, sowie Tools und Modelle zu deren Auswertung bezüglich aktueller Fragen stehen zur Verfügung. Damit können Bund und Kantone die Belastungssituation und den Funktionserfüllungsgrad der Schweizer Böden erfassen sowie Risiken und Empfindlichkeit der Böden vorausschauend abschätzen. Dies ermöglicht eine aktuelle Umweltberichterstattung zur Erfolgskontrolle bereits getroffener Massnahmen bzw. zur Früherkennung von Handlungsbedarf.
- Das System- und Prozessverständnis von Bodensystemen wird erweitert, um die Ursachen für positive und negative Auswirkungen der landwirtschaftlichen Bodennutzung, des Klimawandels und gesellschaftlicher Einflüsse auf unsere Böden abschätzen zu können. Auch die Grenzen der Belastbarkeit/Regenerierbarkeit bzw. der Empfindlichkeit von Böden unter schweizerischen Bedingungen können daraus abgeleitet werden.
- Die Kenntnisse über die Vielfalt und relevanten Prozesse der Bodenphysik, -chemie und -biologie sowie deren komplexen Interaktionen sind erweitert und teils in Modellen der Bodenfruchtbarkeit oder anderer Funktionen standortspezifisch abgebildet. Dies ermöglicht es, Entscheidungshilfen für die nachhaltige Bodennutzung zuhanden Praxis und Vollzug zu entwickeln. Gleichzeitig bilden die System- und Prozesskenntnisse die Basis zur Erarbeitung neuer Auswertungs-Tools zur Interpretation bisher erhobener Bodeninformationen und der zunehmenden Menge verfügbarer räumlicher Daten für die Politikberatung.
- Die Entwicklung verbesserter Bewirtschaftungsmassnahmen oder alternativer Bewirtschaftungsmethoden wie auch neue Erkenntnisse zur gezielten Nutzung bodenökologischer Funktionen und Prozesse erbringen einen relevanten Wissensbeitrag zur Verbesserung der Resilienz von Agrarökosystemen, zur Steigerung der Ressourceneffizienz sowie zur Minderung von Emissionen in die Umwelt.
- Als Basis für standortspezifische Flächen-Nutzungskonzepte sind erste wissenschaftliche Grundlagen und Instrumente für die Bewertung von Schweizer Böden bezüglich ihrer verschiedenen Funktionen entwickelt. Dies ermöglicht eine sachliche und umfassende Zieldiskussion bei Fragen der Bodennutzung und Raumplanung unter Abwägung konkurrierender Nutzungsziele, zum Beispiel bei Fruchtfolgeflächen oder der Nutzung organischer Böden.

Was ist neu im Forschungsfeld

Neue Forschungs- und Monitoringaktivitäten :

- Konzepterstellung und Ausbau des Monitorings der Nationalen Bodenbeobachtung bezüglich Bodenbelastungen durch ausgewählte organische Schadstoffe und Erfassung des Ausmasses der Unterbodenverdichtung an den 105 Standorten des Referenzmessnetzes.
- Entwickeln von Modellen und Tools zur Beurteilung des Erfüllungsgrades verschiedener Bodenfunktionen bzw. der Empfindlichkeit z.B. für Bodenverdichtung einzelner Standorte anhand Informationen aus der Bodendatenbank.
- Erweiterte Kenntnisse zur Einflussmassnahmen auf Mikroben- und Pilzpopulationen landwirtschaftlich genutzter Böden, um die Ertrags- und Umweltleistungen pro Fläche zu verbessern.
- Entwickeln von Anforderungskriterien und Formulierung von Richtlinien für die Überschüttung degradierter Böden bzw. deren Aufwertung zu Fruchtfolgeflächen (FFF).
- Besseres Verständnis des Humus-Auf- und Abbaus in Böden der Schweiz. Systembetrachtung organischer Böden als hot spots des Gemüsebaus und Treibhausgasemissionen. Übersicht über die Zielkonflikte und Lösungsansätze.
- Entwickeln und Testen weiterer bodenschonender und erosionsmindernder Bewirtschaftungsverfahren für den Acker- und Gemüsebau.
- Aufbau der schweizweiten Auswertung von Bodeninformationen hinsichtlich dringender Fragen von BLW, BAFU, ARE und Kantone (Bodenreporting), als Teil des Nationalen Kompetenzzentrums Boden (Motion NR Mülser-Altarmatt), falls dessen Finanzierung realisiert werden kann.

Positionierung des SFF im Dreieck «Markt für Primärprodukte», «Betrieb» und «Ressourcen für die Produktion»

Das SFF 15 hat eine zentrale Bedeutung für den Aspekt «Ressourcen für die Produktion» einer multifunktionalen, nachhaltigen Landwirtschaft. Für den «Betrieb» sind die Erhaltung der Bodenfunktion «Ertragsfähigkeit» sowie die Erhöhung der Ertragsstabilität (Resilienz) existenziell wichtig. Mehrere Bodenfunktionen sind zudem massgebend für die Erbringung verschiedener Ökosystemleistungen der Landwirtschaft zu Gunsten der Allgemeinheit (Trinkwasserneubildung, Nährstoffrecycling etc.), welche teils durch Direktzahlungen, im Fall der C-Sequestrierung zukünftig evtl. am Markt abgegolten werden.

Als Schnittstelle zu den Umweltkompartimenten Wasser, Luft sowie zur Biodiversität und als Matrix grosser Stoffflüsse bilden die Böden zudem eine bedeutsame Stoffwechsel- und Schaltstelle hinsichtlich verschiedener Auswirkungen der Land- und Ernährungswirtschaft auf die «Umwelt».

Inhaltliche Schnittstellen zu den weiteren Forschungsfeldern

- Beim **SFF 2** «Ressourceneffiziente Anbaumethoden und -systeme für den Ackerbau und die Spezialkulturen entwickeln» liegt der Fokus auf der kulturspezifischen Bodenbewirtschaftung und Ertragswirkung. Das SFF 15 konzentriert sich hingegen auf die Erforschung der dazu notwendigen Bodenprozesse sowie auf die Steuerung von Nährstoffspeicherung, -mobilisierung, und -verlusten, oder auf das Ausmass der biologischen N-Fixierung etc. in Böden, unter schweizerischen Standort- und Bewirtschaftungsbedingungen.
- Das **SFF 14** «Nachhaltigkeit und Ökoeffizienz der Landwirtschaft bewerten und Verbesserungsmöglichkeiten aufzeigen» befasst sich mit der quantitativen Messung und Inventarisierung der THG-Emissionen unter anderem aus Böden (N_2O , CO_2), mit dem Ausmass der C-Sequestrierung, der Nitratauswaschung oder der P-Abschwemmung z.B. in die Gewässer. Diesbezügliches Systemwissen und Lösungen werden jedoch im SFF 15 erarbeitet.
- Das **SFF 17** «Die Landwirtschaft für den Klimawandel fit machen und ihren Beitrag zum Klimawandel vermindern» zeigt die Risiken des Klimawandels für die Land- und Ernährungswirtschaft auf und den entsprechenden Anpassungsbedarf. Die Entwicklung von Massnahmen zur Wasserrückhaltung und zum Bodenmanagement unter Trockenheit oder zum Schutz des Bodens vor Extremniederschlägen erfolgt in Projekten des SFF 15.
- Mit dem **SFF 8** «Die mikrobielle Biodiversität für die Land- und Ernährungswirtschaft nutzbar machen» wird die Bestimmung der Populationszusammensetzung und Biodiversität von Bakterien und Pilzen mit molekularen Analysemethoden in Bezug auf Standorteigenschaften und Bodenbelastungs- oder Bewirtschaftungskonstellationen erarbeitet. Das notwendige grundsätzliche standortkundige Wissen stellt das SFF 15 bereit.

Bestehende und neu geplante Zusammenarbeiten mit anderen Forschungsinstitutionen

Es bestehen zahlreiche Zusammenarbeiten die weitergeführt und erweitert werden:

ETH Zürich:

- Prof. J. Six, Institute of Agricultural Sciences ETHZ
- Prof. R. Schulin, Institut für Terrestrische Ökosysteme ETHZ
- Prof. A. Gret-Regamey, Institut für Raum- und Landschaftsentwicklung ETHZ
- Prof. D. Or, Institut für Biogeochemie/Schadstoffdynamik ETHZ
- Prof. A. Walter, Institute of Agricultural Sciences ETHZ

Universität Bern:

- Prof. W. Wilcke, ehem. Geographisches Institut Uni Bern,
- Dr. M. Bigalke, Geographisches Institut
- Dr. HP Liniger, Interdisziplinäres Zentrum für Nachhaltige Entwicklung und Umwelt (CDE)
- Universität Basel:
- Prof. Ch. Alewell, Umweltgeowissenschaften

WSL:

- Dr. B. Frey, Waldböden und Biogeochemie, FG Rhizosphären-Prozesse,
- Dr. S. Zimmermann, Bodenphysik

EAWAG:

- Dr. Chr. Stamm
- Dr. J. Hollender

Ein reger wissenschaftlicher Austausch und projektweise aktive Zusammenarbeit laufen mit zahlreichen ausländischen Forschungsinstitutionen wie auch mit JRC Ispra (Dr. L. Montanarella).



**Projekte des SFF 15:
Den Boden schützen und standortgerecht nutzen**

***Projets du CSR 15:
Protection des sols et utilisation dans le respect du site***

18.15.19.03.01	Wechselwirkungen zwischen Bodenstruktur und Bodennutzung sowie standortbezogene Folgen für Bodenqualität und Bodenfunktionen
18.15.19.04.01	Nationale Bodenbeobachtung NABO
18.15.19.05.01	Ökologisches Boden-Engineering – Bodenfunktionen besser nutzen
18.15.19.05.02	Bodenbiologie und Rhizosphärenmikrobiome
18.15.19.05.03	Wie beeinflussen Pflanzenschutzmittelrückstände die Bodenfruchtbarkeit und die Bodengesundheit?



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.15.19.03.01

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Bodenstruktur

Nr. Bereich.

19 Agrarökologie und Umwelt

Nr. Gruppe

19.3 Bodenfruchtbarkeit / Bodenschutz

Projektleitung/Stellvertretung

Thomas Keller / Peter Weisskopf

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	3607
Beitrag zu SFF	15
Beitrag zu weitem SFF	2, 11, 14, 17

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	BLW 1, 2, 3, 13 2.96, 4.26, 5.14, 5.26, 9.3, 9.8, 9.9, 9.17, 9.47, 12.7, 12.12, 18.1, 18.23, 28.2, 28.4, 28.5, 28.6, 28.12
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Wechselwirkungen zwischen Bodenstruktur und Bodennutzung sowie standortbezogene Folgen für Bodenqualität und Bodenfunktionen

Bodenstruktur und Bodennutzung vs. standortbezogene Bodenqualität

Interactions between soil structure and soil management plus site-dependent consequences for soil quality and soil functions

Soil structure, soil compaction, structure forming processes; soil management, soil use; soil tillage, shrinking/swelling, root activity, biological activity, earthworms; soil quality, soil functions, site characterization, site specificity

Ausgangslage und Problemstellung

Die Bodenstruktur beschreibt die räumliche Anordnung der Festkörper-Teilchen und der dazwischenliegenden Poren im Boden sowie die mechanische Stabilität dieser Anordnung. Die Bodenstruktur kontrolliert wichtige Bodenfunktionen (z. B. Wasserleitfähigkeit, mechanischer Widerstand für Wurzelwachstum und Mobilität der Bodenlebewesen). Bodenstruktur ist dynamisch und wird durch das Wetter (Trocken-/Nassphasen, Frost), die Bodenbiologie (Wurzeln, Bodenlebewesen) sowie die Bodenbewirtschaftung (Bodenbearbeitung, Kulturwahl, etc.) beeinflusst. Die Bewirtschaftung kann die Bodenstruktur sowohl beeinträchtigen als auch verbessern. Verdichtungen der Bodenstruktur und damit Beeinträchtigungen von Bodenfunktionen entstehen v.a. dann, wenn Böden bei ungünstigen Bedingungen befahren oder bearbeitet werden.

Bezüglich Charakterisierung der mechanischen Eigenschaften von unterschiedlichen und unterschiedlich bewirtschafteten Böden im Hinblick auf die Quantifizierung des Verdichtungsrisikos bestehen noch erhebliche Kenntnislücken: Beispielsweise interessiert es, wie sich reduzierte Bodenbearbeitung oder permanente Graslandnutzung auf die Bodenfestigkeit auswirken, oder wie sich kurze und zyklische Belastungen (z. B. bei Mehrfachbefahrungen von Böden durch landwirtschaftliche Maschinen) auf die Deformation einer Bodenstruktur auswirken. Dies ist wichtig für die Quantifizierung der Zusammenhänge zwischen Bodendeformation, Bodenstruktur und Bodenfunktionen sowie im Hinblick auf die flächenbezogene Beurteilung des Verdichtungsrisikos.

Während wir die Mechanismen, welche die Bodenstrukturdynamik steuern, qualitativ relativ gut kennen, bereitet deren Quantifizierung nach wie vor grössere Schwierigkeiten. Wir wissen zum Beispiel nicht, wie stark und wie schnell sich

die Struktur eines bestimmten Bodens nach einer Verdichtung erholt und können den Beitrag der einzelnen Strukturbildungsprozesse zur Regeneration nicht genauer beziffern. Dies führt einerseits dazu, dass wir die tatsächlichen Kosten von Bodenverdichtungen schlecht einschätzen können. Andererseits wissen wir nicht, welche Prozesse die Strukturentwicklung in welchem Ausmass beeinflussen können, oder, auf die landwirtschaftliche Praxis bezogen: wie wir die Bodenstrukturbildung durch landwirtschaftliche Bewirtschaftungsmassnahmen effizient und effektiv gezielt fördern können.

Die landwirtschaftliche Bewirtschaftung von Böden hat einen grossen Einfluss auf die Bodenstruktur und deshalb auf die Funktionen des Bodens bzw. die Bodenqualität; sie kann die Bodenstruktur sowohl günstig wie auch ungünstig beeinflussen. Bei der Bodenbearbeitung sollen mit möglichst geringem Energieeinsatz durch standort- und situationsbezogene Massnahmenplanung und -durchführung optimale Bedingungen für Pflanzen und Bodenorganismen geschaffen und dabei gleichzeitig wichtige Bodenökosystemleistungen (z. B. Hochwasserschutz) erhalten bzw. gefördert werden. Durch die mechanische Lockerung bei der Bodenbearbeitung kann die Bodenstruktur innert Sekunden verändert werden; der Aufbau einer stabilen, funktionsfähigen Bodenstruktur erfordert aber selbst mit einer standortangepassten Bewirtschaftung Jahre. Eine funktionsfähige, stabile Bodenstruktur ist das Ergebnis eines geschickten Zusammenspiels zwischen der rein mechanisch lockernden Bodenbearbeitung im Oberboden und biophysikalischen (Aktivität von Wurzeln und Bodentieren) sowie physikochemischen Strukturbildungsprozessen (Schrumpfen/Quellen, Frostsprengen), die nicht nur bis in kleinste Skalenebenen und grössere Bodentiefen vordringen, sondern auch die Stabilität einer Bodenstruktur verbessern können.

Standortkunde befasst sich mit den bodenkundlichen, klimatischen und topografischen Voraussetzungen für die pflanzenbauliche Nutzung und Bewirtschaftung der Böden. Sowohl landwirtschaftliche Bodennutzungsentscheide wie auch die Wahl der Bewirtschaftungstechnik hängen stark von den jeweiligen standörtlichen Voraussetzungen ab. Ebenso ist nur dann eine nachhaltige, ressourceneffektive und agrarökologisch sinnvolle Bodenbewirtschaftung möglich, wenn die standörtlichen Gegebenheiten berücksichtigt werden.

Der Einbezug standortkundlichen Wissens ist aus verschiedenen Gründen wichtig: Bei der Politikunterstützung zur Anpassung von agrarpolitischen Massnahmen und Anforderungen an die lokalen Gegebenheiten; beim Vollzug zur richtigen Interpretation von Bodenbelastungen und zur zweckmässigen Gestaltung von vorsorglichen, gefährdungsmindernden bzw. regenerativen Massnahmen; in der Forschung zur sinnvollen Anlage, Auswertung und Interpretation von Versuchen sowie als tragfähige Grundlage für die Gestaltung von Szenarien, Modellen und Entscheidungshilfsmitteln. Standortkundliches Wissen ist grundsätzlich wichtig für die praktische Umsetzbarkeit von Forschungs- und Vollzugsarbeiten sowie für die flächendeckende Anwendbarkeit von agrarpolitischen Entscheiden.

Ziele und Forschungsfragen

Dieses Projektes hat mehrere Ziele:

- (1) Bodenmechanik: Gewinnen eines besseren Verständnisses der mechanischen Eigenschaften und des mechanischen Verhaltens von Bodenstrukturen, um besser abschätzen zu können, wie eine Bodenstruktur durch die Einwirkung externer Kräfte (Befahrung) deformiert wird.
Die Ergebnisse aus diesen Arbeiten werden verwendet für die formale und inhaltliche Weiterentwicklung von Terranimo®, einem bestehenden Entscheidungshilfsmittel für das Abschätzen des Verdichtungsrisikos bei Befahrungen von Landwirtschaftsböden.
- (2) Bodenstrukturbildung: Gewinnen eines besseren Verständnisses für die kurz- und langfristige Aktivität und Bedeutung mechanischer (Bodenbearbeitung) und natürlicher Bodenbildungsprozesse (biophysikalisch: Aktivität von Wurzeln und Bodenorganismen, speziell Regenwürmer; physikochemisch: Schrumpfen/Quellen, Frostsprengung) sowie ihr Zusammenspiel zu gewinnen, um landwirtschaftliche Bewirtschaftungsmassnahmen so auszuwählen und einzusetzen, dass bei den gegebenen Standortverhältnissen ein Maximum an Strukturbildung und -stabilisierung (im Falle verdichteter Strukturen: Strukturregeneration) erreicht werden kann.
- (3) Bodenstrukturqualität: Quantifizieren der Strukturqualität durch direkte (Messungen) und indirekte (Modellierungen) Indikatoren, um günstige bzw. ungünstige Strukturzustände klar unterscheiden zu können sowie Anhaltspunkte für landwirtschaftliche Verbesserungsmassnahmen zu erkennen und entsprechende Massnahmen abzuleiten.
Dazu gehört die Charakterisierung des Einflusses von Bewirtschaftungssystemen (z. B. Direktsaat, konventionelle Bodenbearbeitung, Ackerbau vs. Grünland) auf die Bodenstruktur und davon abhängige Bodenfunktionen (z. B. Gastransporteigenschaften). Ausserdem interessieren uns auch die Zusammenhänge zwischen Strukturzustand und Bodenfunktionen.
- (4) Standortkunde: Hier geht es weniger um das Generieren von Primärdaten als vielmehr um das pedologisch-agronomische Auswerten, Systematisieren, Einordnen und Anwenden von Forschungsergebnissen und Bewirtschaftungserfahrungen. Durch das Aufzeigen von Zusammenhängen zwischen Standorteigenschaften und Bodenfunktionen sowie die standortbezogene Bewertung von Bodenfunktionen werden wichtige Grundlagen für die Nutzung von Bodeninformationen für planerische Festlegungen hinsichtlich landwirtschaftlicher Bodennutzung, Abwehr von Naturgefahren und Verringerung von Umweltrisiken geschaffen.

Die wichtigsten Forschungsfragen sind:

(1) Bodenmechanik:

- Welche Beziehungen bestehen zwischen mechanischen Bodenspannungen („Bodendruck“) und Bodendeformationen („Verdichtung“) sowie zwischen Bodenstrukturzustand und Bodenfunktionen? Wie stark kann ein Boden belastet werden, ohne dass Bodenfunktionen beeinträchtigt werden?
- Welche mechanischen Festigkeitseigenschaften haben unterschiedliche Böden in Abhängigkeit von Standort und landwirtschaftlicher Bewirtschaftung?

(2) Bodenstrukturbildung:

- Wie und wie schnell wird eine verdichtete Bodenstruktur wieder regeneriert? Was ist der (relative) Beitrag von natürlichen Prozessen (z. B. Austrocknungs-Widerbenetzungszyklen; Wurzelwachstum) und Bewirtschaftungsmassnahmen (z. B. Bodenbearbeitung) zur Regeneration von verdichteten Böden?
- Wie kann die Bodenstrukturbildung durch die Bewirtschaftung gefördert werden?

(3) Bodenstrukturqualität:

- Welche Zusammenhänge bestehen zwischen Bodenstrukturzustand, biochemischem Bodenmilieu (Redox-Zustand) und bodenbiologischer Aktivität? Wie beeinflusst die Bodenstruktur biochemische Prozesse in Böden?
- Wie können wir die Bodenstrukturqualität und davon abhängige Bodenfunktionen quantifizieren und beurteilen, z.B. im Hinblick auf die Langzeit-Bodenbeobachtung (NABO, KABOs), die Verbesserung der Nachhaltigkeit von landwirtschaftlichen Bewirtschaftungstechniken (Ressourcenprojekte), den Vollzug des Bodenschutzes (VBBö).
- Welchen Beitrag leisten Bodenfunktionen zur Bodenqualität? Können Belastungsgrenzen für funktionsfähige Böden festgelegt werden?
- Wie wird die Bodenstruktur durch die Bewirtschaftung beeinflusst, und welche Auswirkungen hat das auf Pflanzenwachstum und Umwelt (z. B. Gas- und Wasserhaushalt respektive -transport)?

(4) Standortkunde:

- Wie können Ressourceneffizienz und Nachhaltigkeit agrar- und umweltpolitischer Massnahmen von BLW und BAFU mit Hilfe von standortkundlichem Wissen verbessert werden?
- Wie sehen standortbezogene Belastungsbeurteilungen aus, und wie können Sanierungsmassnahmen bei belasteten Standorten durch standortkundliche Informationen effektiver und kostengünstiger geplant werden?
- Wie kann die Formulierung von Versuchsfragen, die Auswahl eines Versuchs- und Beprobungsdesigns, sowie die Auswertung, Interpretation und Verallgemeinerung von Versuchsdaten mit Hilfe standortkundlicher Informationen verbessert werden? Wie können standortkundliche Informationen die Auswahl von Bodendaten als Grundlage für Szenarien und Modelle verbessern?

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 15 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

- Methoden und Indikatoren zum Ermitteln und Beurteilen des Belastungsausmasses und der Funktionserfüllung unserer Böden, insbesondere hinsichtlich bodenstrukturbezogener Parameter; Modelle und Tools für die Auswertung und Interpretation von Bodeninformationen als Entscheidungsgrundlage für nachhaltige Bodennutzung
- Erweitern des System- und Prozessverständnisses von Bodennutzungssystemen, insbesondere bezüglich der Bodenstruktur und ihrer Wechselwirkungen mit bodenbiologischen und bodenchemischen Zustandsgrössen und Prozessen; Abschätzen des Einflusses von Bodenprozessen bei landwirtschaftlicher Bodennutzung auf Ressourceneffizienz und Kohlenstoffkreislauf
- Analyse von Bewirtschaftungs- und Nutzungsmassnahmen zur Erhaltung und Verbesserung von Ertragsfähigkeit und ökologischer Funktionalität der landwirtschaftlich genutzten Böden; Entwickeln verbesserter Massnahmen zur gezielten Nutzung bodenökologischer Funktionen und Prozesse sowie zur Verbesserung der Resilienz von Agrar-ökosystemen und zur Steigerung der Ressourceneffizienz; Grundlagen für standort- und situationsspezifische betriebliche Entscheidungshilfen und politische Steuerungsinstrumente; standortbezogene Entscheidungshilfen und Lösungsstrategien für Politik und Praxis, um die Ressourceneffizienz der schweizerischen Landwirtschaft zu verbessern, die natürlichen Ressourcen zu erhalten, und die Nachhaltigkeit der Landwirtschaft zu fördern
- Charakterisieren der Belastungssituation unserer Böden und ihrer ökologischen Funktionalität heute, sowie in der zeitlichen Entwicklung; Abschätzen der Grenzen von Belastbarkeit und Regenerierbarkeit; Kriterien und Massnahmen zur Aufwertung von Böden mit beschränktem Produktionspotential zu Fruchtfolgeflächen
- Erarbeiten von wissenschaftlichen Grundlagen und Instrumenten für die Bewertung von Schweizer Böden bezüglich ihrer verschiedenen Funktionen
- Standortkundliche Unterstützung von Fragestellungen des BLW (Entwicklung und Beurteilung von Ressourcenprojekten sowie eines Konzeptes für eine standortangepasste Landwirtschaft; standortbezogene Beiträge zur Revision des Bodenkongzeptes)
- Ausarbeiten der bewirtschaftungsbezogenen Risiken und Potenziale von Landwirtschaftsstandorten, Herleiten agrar-ökologisch vergleichbarer Bewirtschaftungsgebiete; Beiträge zur standortbezogenen Evaluation von Klimaeffekten und möglichen Gegenmassnahmen; Einbetten von Bodenfunktionsbewertungen in ein Standortraster

- Standortkundliche Beratung von Versuchsanstellern (Hypothesenformulierung, Auswahl des Versuchsstandortes, Dateninterpretation; standortbezogene Formulierung von Szenarien und Modell-Umgebungen; Umsetzen von Versuchsergebnissen auf unterschiedliche Standortvoraussetzungen).

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 2: Beiträge zur Erarbeitung der wissenschaftlichen Basis für die Formulierung einer guten Agrarpraxis („best practices“) und von politischen Massnahmen („best policies“), um resiliente Anbausysteme zu fördern; Beiträge zur Entwicklung von Entscheidungshilfsmitteln für die situative Steuerung wirtschaftlicher und ressourceneffizienter Anbaumethoden; Beiträge zur Lösung der Frage, wie sich neue, innovative Anbausysteme, konservierende Bodenbearbeitung und biologische Anbausysteme auf Ressourceneffizienz und ökologische Resilienz auswirken

zu SFF Nr. 11: Beiträge zur Quantifizierung ökologischer Effekte moderner Technologien

zu SFF Nr. 14: Beiträge zur Entwicklung geeigneter Indikatoren, Wirkungsmodelle und Datenerhebungen für die Fortführung und Aktualisierung der Aktivitäten im AUM; Beteiligung an der Suche nach geeigneten Indikatoren, Wirkungsmodellen und Aggregierungsvorgehen für die Bewertung von Landwirtschaftsbetrieben bezüglich ihrer Nachhaltigkeit

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Die meisten Methodenentwicklungen sowie viele Erkenntnisse aus dem verbesserten System- und Prozessverständnis sind grundsätzlich auch auf Fragestellungen des biologischen Landbaues anwendbar; dasselbe gilt für Anwendungen des praktischen Bodenschutz-Vollzuges

Material und Methoden (grob skizziert)

Im Projekt führen wir Feldversuche (faktorierte Exaktversuche, On-farm Versuche, Beprobungskampagnen) durch und machen Laboruntersuchungen. Die Aktivität von Strukturbildungsprozessen und deren Einfluss auf die Entwicklung von Bodenzuständen und Bodenfunktionen verfolgen wir im Langzeit-Feldversuch „Soil structure observatory (SSO)“ (Keller et al., 2017). Den Strukturstand in unterschiedlichen Standort- und Bewirtschaftungssituationen untersuchen wir im Rahmen des Strudel2-Projektes mit Beprobungen auf verschiedenen Praxisbetrieben und beurteilen dabei die Bodenstruktur auch direkt im Feld; dabei verfeinern wir bestehende visuelle Bodenbeurteilungsmethoden (Johannes et al. 2017a; Guimarães et al. 2017). Mit Hilfe von Laboruntersuchungen und –messungen charakterisieren wir mechanische Eigenschaften von Böden auf verschiedenen Skalenebenen, beschreiben die Zusammenhänge zwischen Bodenstruktur und Bodenfunktionen (Wasserretentionsvermögen, Gastransport) und untersuchen im Labor das Schrumpfverhalten (Johannes et al., 2017b). Aus den Messungen leiten wir Grundlagen für die Beurteilung der Bodenqualität und Empfehlungen für die Bewirtschaftung her.

Wir entwickeln Untersuchungs- und Beurteilungsmethoden (z.B. Spatenprobe) sowie Simulationsmodelle für den einzelbetrieblichen Einsatz: „Terranimo“ dient dem Abschätzen von Bodenverdichtungsrisiken, der „Humusbilanz-Rechner“ ermöglicht das Beurteilen der Humusbewirtschaftung. „Terranimo“ wird auch funktionell weiterentwickelt, sowohl durch die Erweiterung der Datenbasis (z.B. Angaben zur Bodenfestigkeit) als auch durch das Bereitstellen neuer Informationsmodule (z.B. zu Mehrfach-Befahrungen); dies ist allerdings nur möglich mit Zusatzfinanzierung für Programmierung und Entwicklungsarbeiten.

Vorhandenes pedologisch-agronomisches Wissen werten wir mit Blick auf standortspezifische Resultatausprägungen aus und sammeln bzw. systematisieren verfügbares Erfahrungswissen.

Wir verknüpfen standortkundliches mit agronomischem Wissen, um die Eignung eines Standortes für die landwirtschaftliche Bewirtschaftung abzuschätzen, die entsprechenden Risiken und Potenziale darzustellen sowie die geeigneten Bewirtschaftungstechniken aufzuzeigen.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

Bodenmechanik, Bodenstrukturbildung:

- Chamen, W.C.T., A.P. Moxey, W. Towers, B. Balana, and P.D. Hallett. 2015. Mitigating arable soil compaction: A review and analysis of available cost and benefit data. *Soil Till. Res.* 146:10-25.
- Colombi T., Braun S., Keller T. & Walter A. 2017. Artificial macropores attract crop roots and enhance plant productivity on compacted soils. *Science of the Total Environment*, 574, 1283-1293.
- Hallett, P.D., K.H. Karim, A.G. Bengough, and W. Otten. 2013. Biophysics of the vadose zone: from reality to model systems and back again. *Vadose Zone J.* 12, doi:10.2136/vzj2013.05.0090.
- Keller T., Colombi T., Ruiz S., Manalili M.P., Rek J., Stadelmann V., Wunderli H., Breitenstein D., Reiser R., Oberholzer H.-R., Schymanski S., Romero-Ruiz A., Linde N., Weisskopf P., Walter A. & Or D. 2017. Long-term soil structure observatory for monitoring post-compaction evolution of soil structure. *Vadose Zone Journal*, 16(4), doi: 10.2136/vzj2016.11.0118.

Bodenstrukturqualität:

- Guimarães R.M.L., Lamandé M., Munkholm L.J., Ball B.C. & Keller T. 2017. Opportunities and future directions for visual soil evaluation methods in soil structure research. *Soil & Tillage Research*, 173, 104-113 (doi: 10.1016/j.still.2017.01.016).
- Johannes A., Weisskopf P., Schulin R., Boivin P. 2017a. To what extent do physical measurements match with visual evaluation of soil structure? *Soil & Tillage Research*, In press.
- Johannes A., Baveye P., Weisskopf P., Schulin R. & Boivin P. 2017b. Effect of soil management practices on the relation between soil organic carbon and various soil physical properties: Regional-scale study in Switzerland, Submitted.
- Martínez I., Chervet A., Weisskopf P., Sturny W.G., Rek J. & Keller T. 2016. Two decades of no-till in the Oberacker long-term field experiment: Part II. Soil porosity and gas transport parameters. *Soil & Tillage Research*, 163, 130-140.
- Martínez I., Chervet A., Weisskopf P., Sturny W.G., Etana A., Stettler M., Forkman J. & Keller T. 2016. Two decades of no-till in the Oberacker long-term field experiment: Part I. Crop yield, soil organic carbon and nutrient distribution in the soil profile. *Soil & Tillage Research*, 163, 141-151.

Standortkunde:

- Candinas A., Neyroud J.-A., Oberholzer H.R., Weisskopf P., 2002. Grundlagen für die Beurteilung der nachhaltigen landwirtschaftlichen Bodennutzung. *Bodenschutz* 3, 90-98.
- Doppler, T., Honti, M., Zihlmann, U., Weisskopf, P., Stamm, C., 2014. Validating a spatially distributed hydrological model with soil morphology data. *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 18, 3481-3498.
- Jansa J., Erb A., Oberholzer H.-R., Smilauer P., Egli S., 2014. Soil and geography are more important determinants of indigenous arbuscular mycorrhizal communities than management practices in Swiss agricultural soils. *Molecular Ecology* 23, 2118–2135.
- Stettler M., Keller T., Schjønning P., Lamandé M., Lassen P., Pedersen J. & Weisskopf P., 2014. Terranimo® - a webbased tool for evaluating soil compaction. *Landtechnik* 69 (3), 132-138.
- Weisskopf P., Zihlmann U., Oberholzer H.R., Keimer C., 2014. Der Boden in Agroökosystemen. *BGS Bulletin* 35, 29-35.
- Zihlmann U., Strasser F., Mäder P., Pfiffner L., 2014. Natur und Bewirtschaftung prägen die Bodenstruktur. *Bioaktuell* 1/14, 8-9.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet

(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Das Projekt Bodenstruktur befasst sich mit 4 Aspekten:

- (1) Verbessertes Verständnis von bodenmechanischen Belastungs-/Deformationsprozessen sowie zusätzliche Daten von mechanischen Bodeneigenschaften;**
- (2) Grundlegendes Verständnis von anthropogenen und natürlichen Strukturbildungsprozessen;**
- (3) Quantifizieren der Strukturqualität von Böden durch direkte und indirekte Indikatoren;**
- (4) Bodenkundlich-agronomisches Auswerten von Bewirtschaftungserfahrungen und standortbezogene Bodenbeurteilung.**

Die Bodenstruktur beeinflusst Bodenqualität und Bodenfunktionen in erheblichem Ausmass und wird durch die landwirtschaftliche Bewirtschaftung massgeblich geprägt.

Wichtige Aspekte der Bodenstrukturforschung sind (1) mechanische Belastungs-/Deformationsprozesse, (2) anthropogene und natürliche Strukturbildungsprozesse, (3) die Quantifizierung von Bodenqualität und Bodenfunktionen, sowie (4) die Beurteilung von Potenzialen und Risiken der Bodennutzung abhängig von den Standorteigenschaften.

Neben der Entwicklung von Methoden und Indikatoren sowie dem Erarbeiten von Prozessverständnis steht das Umsetzen der wissenschaftlichen Erkenntnisse für den Einsatz in Politik und Praxis im Vordergrund. Dazu gehören direkte und indirekte Indikatoren für Monitoring und Nachhaltigkeitsbeurteilung, Entscheidungsgrundlagen und -hilfen, Merkblätter.

Genehmigung des Projektes

Datum: 30.8.2017	Visum FGL: wepe
Datum: 11.9.2017	Visum FBL / KBL: baro
Datum: 11.9.2017	Visum V SFF: baro



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.15.19.04.01

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

NABO

Nr. Bereich.

19

Agrarökologie und Umwelt

Nr. Gruppe

19.4

Nationale Bodenbeobachtung NABO

Projektleitung/Stellvertretung

Reto Meuli / Armin Keller)

Projektdauer

Projektstart

Projektende

100 Jahre

2000

2099

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	2456
Beitrag zu SFF	15
Beitrag zu weitem SFF	5, 8

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	4.83., 4.85, 5.14, 5.19, 5.26, 18.1, 18.11, 18.23, 18.113, 28.2, 28.5, 28.7, 28.8, 28.11, 28.12
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☐ ja ☒ nein

Titel Originalsprache

Nationale Bodenbeobachtung NABO

NABO

Swiss Soil Monitoring Network (NABO)

soil monitoring, inorganic and organic pollutants, soil microbiology, soil physics, quality assessment, proficiency tests, detection and prognosis of temporal trends, modelling, trace elements and nutrient balance, agricultural management, soil information system, digital soil mapping database, soil archive, GIS, pedotransfer funct

Ausgangslage und Problemstellung

Der Auftrag für das NABO-Referenznetz basiert auf Art. 44 (USG, 1983) und wird in Art. 3 (VBBo, 1998) und den entsprechenden Erläuterungen (BUWAL, 2001) konkretisiert. Das Referenznetz dient der landesweiten Erfassung und Beurteilung der Bodenbelastungen. Hierzu zählen Bodengefahren im Bereich chemischer Bodenschutz wie Versauerung, anorganische und organische Schadstoffe, Nährstoffe, aber auch der Verlust von Kohlenstoff, die Abnahme der Bodenbiodiversität, sowie weitere Bodengefahren durch Erosion und Bodenverdichtung. Zur Erfassung der zeitlichen Veränderungen von Bodenbelastungen werden in einem rund 110 Referenzstandorten umfassenden Messnetz periodisch Bodenproben entnommen. An rund 50 Landwirtschaftsstandorten werden Stoffflussbilanzierungen durchgeführt. Diese erlauben eine Plausibilisierung der gemessenen Veränderungen. Das Referenznetz soll langfristig die Belastung der Böden der Schweiz bei üblicher Bewirtschaftung erfassen. Der Auftrag zielt darauf, die Bodenbelastung und ihre Entwicklung sowie den Erfolg von Umweltschutzmassnahmen zu beurteilen. Im Sinne der Nachhaltigkeit und Vorsorge gemäss Art. 1 (USG, 1983) gehört die Früherkennung und Prognose von Bodenbelastungen mit zum Auftrag der Nationalen Bodenbeobachtung. Mit der VBBo von 1998 wurde vom Gesetzgeber der Auftrag von den chemischen Bodenbelastungen auf die bodenphysikalischen und bodenbiologischen ausgedehnt. Diese Auftragserweiterung wird im Rahmen des Arbeitsprogrammes schrittweise umgesetzt. Neben der Erfassung von zeitlichen Veränderungen an definierten Standorten wird der gesetzliche Auftrag zur landesweiten Beurteilung der Bodenqualität mit der Zusammenführung und Harmonisierung von Bodeninformationen und deren räumliche Auswertung und Interpretation ergänzt.

Die Bodenbeobachtung leistet einen Beitrag zur Kontrolle der ökologischen Nachhaltigkeit (Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen), wie sie im Landwirtschaftsgesetz (LwG, 1998) und in der Verordnung zur Beurteilung der Nach-

haltung in der Landwirtschaft von 1998 gefordert wird. Die Ergebnisse der Nationalen Bodenbeobachtung sind Bestandteil des Geobasisdatenkataloges (Anhang 1 GeoIV) des Geoinformationsgesetz (GeoIG, 2007), dass die Verwaltung, den Zugang und Nutzen von Geo-basisdaten durch Behörden regelt.

Ziele und Forschungsfragen

Das Hauptziel der Nationalen Bodenbeobachtung NABO ist die landesweite Erfassung und Beurteilung von chemischen, physikalischen und biologischen Bodenbelastungen. Weiter gehören auch Prognose und Früherkennung von Veränderungen zu ihren Aufgaben, um die Fruchtbarkeit der Böden dauerhaft zu sichern. Dazu betreibt die NABO ein langfristig ausgerichtetes Monitoring, welches Böden unter ihrer üblichen Bewirtschaftung beobachtet.

Die Nationale Bodenbeobachtung leistet einen wichtigen Beitrag zur Kontrolle der ökologischen Nachhaltigkeit und gibt Antworten zu den Bodengefahren und für die Bewertung von Bodenfunktionen in der Schweiz. Für das AP18-21 sind laufende Routinearbeiten in der Bodendauerbeobachtung weiterzuführen, ein Fokus wird auf die zeitlichen Veränderungen der Humusgehalte und der Pestizidrückstände in Böden gelegt.

Die Beprobungen an den rund 110 NABO-Standorten wird fortgeführt. 2019 wird die 7. Erhebung abgeschlossen und 2020 mit der 8. Erhebung gestartet. An 19 NABObio Standorten werden jährlich die mikrobielle Biomasse und die Basalatmung gemessen. Die Bodenkohlenstoffdaten der Acker-, Grasland- und Waldstandorte werden ausgewertet und publiziert. Dies umfasst sowohl die Zeitreihen der Flächenmisch- als auch die profilumfassenden Veränderungen. Im Bereich Bodenverdichtung werden die Methodenentwicklung der Eindringwiderstandsmessungen und die Erarbeitung einer Basislinie für die NABO-Standorte im Vordergrund stehen. Dies beinhaltet die einmalige Aufnahme ausgewählter physikalischer Basisparameter an rund 40 NABO-Standorten, wobei je ca. 3 Horizonte, beprobt werden. Diese Arbeiten bedingen zusätzliche Probenahmen und zusätzliche Laborkapazitäten in der FG 19.3, Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz.

Der Fokus der NABO im AP18+ liegt im Aufbau eines PSM-Screenings an ausgewählten NABO-Standorten. Der NABO POL wird diesbezüglich Ende Mai 2017 ein Konzept für den Aufbau eines PSM-Screenings vorgelegt, um die nötige Finanzierung zu erhalten. Ein ergänzender Baustein bildet die Risikobeurteilung von PSM in Böden auf Bodenorganismen um risikobasierte Referenzwerte für Böden ableiten zu können, wie sie in dem NAP PSM gefordert werden. Diese Arbeiten bauen auf dem NABO PSM Screening auf und werden in der Projektskizze „Einfluss von PSM auf die Bodenfruchtbarkeit“ (PL M. van der Heiden) skizziert.

Nur mit zusätzlicher externer Finanzierung können auch allfällige Screenings von Antibiotika-Rückständen und Resistenzgenen in Gülle und Böden angepackt werden. Dazu gehören die Erfassung der Behandlungsjournale ausgewählter Betriebe und die Literaturscreening zu Antibiotikabehandlung in Betrieben sowie das Vorkommen in Gülle und Boden.

An den rund 50 NABO-Flux-Standorten wird die jährliche Erhebung und Erfassung Bewirtschaftungsdaten weitergeführt. Je nach Bedarf wird die Erhebung von zusätzlichen Bewirtschaftungsdaten (Zwischenkulturen, gebeiztes Saatgut, Bodenbewirtschaftung, Maschineneinsatz, etc.) aufgenommen. Neue Konzentrationsdaten zu landwirtschaftlichen Hilfsstoffen werden mithilfe eines Literaturscreenings erfasst. Mit den bestehenden Oberflächenbilanzen werden einfache Humusbilanzierungen durchgeführt und Indikatoren für eine nachhaltige Bodenbewirtschaftung abgeleitet. Ziel ist die Erstellung von Szenarien für Handlungsempfehlungen.

Die Nationale Bodenbeobachtung bietet Beratungsleistungen für verschiedene Kundengruppen und Bedürfnisse. Zu diesem Serviceangebot gehört auch, Empfehlungen für kantonale Vollzugsbehörden auszuarbeiten, bodenrelevante Spezialfragen für Bundesämter zu bearbeiten und Privaten fachliche Auskünfte zu geben. Mit dem Ziel die Qualität der Bodenanalysen nach VBBo in der Schweiz zu verbessern und damit die Vergleichbarkeit zwischen den einzelnen Labors zu erhöhen, führt die NABO jährliche Ringanalysenauswertungen durch und publiziert die Resultate auf der NABO-Homepage. Die vertiefte Datenauswertung im BDM-NABO-Projekt ist das Kernelement der Ergänzungsuntersuchungen im kommenden Arbeitsprogramm. Dabei werden Bodenparameter mit den pflanzensoziologischen Aufnahmen in Beziehung gesetzt und Faktoren oder Faktorenkombinationen gesucht, die für die Diversität von Gefässpflanzen und Moosen von Bedeutung sind.

Nachdem im derzeitigen Arbeitsprogramm erfolgreich die Bodenprofildaten des Agroscope Bodendatenarchives aufgearbeitet und in NABODAT importiert werden konnten, werden im AP18+ die Bodenkarten (Flächeninformationen) des ehemaligen Bodenkartierungsdienstes FAL/FAP in den Fokus rücken und soweit möglich verfügbar gemacht werden. Mit der anfangs 2017 im Internet aufgeschalteten ersten Version des Bodenkartierungskataloges Schweiz liegt erstmalig eine aktuelle Übersicht über Bodenkartierungsprojekte vor. Gleichzeitig wurde eine erste Version des Bodendatensatzes Schweiz mit Bodenprofildaten aus NABODAT der interessierten Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt. Sowohl der Bodenkartierungskatalog als auch der Bodendatensatz Schweiz sollen im AP18+ weiter vervollständigt werden.

Mit Ende des AP18+ sollen die in der Schweiz verfügbaren punktuellen und flächenhaften Bodeninformationen von Bund und Kantonen Bestandteil des nationalen Bodeninformationssystems NABODAT sein.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 15 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

1. Publikation der Bodenkohlenstoffdaten der Acker-, Grasland- und Waldstandorte aus dem NABO-Messnetz. Dies beinhaltet sowohl die Zeitreihen der Flächenmischproben als auch die profilumfassenden Veränderungen und liefert wichtige Erkenntnisse zur kontrovers diskutierten Frage, wie sich die Kohlenstoffgehalte in den Böden der Schweiz im Verlauf der letzten 25 Jahre verändert haben.
2. Empfehlung zur Aufnahme von mikro- und molekularbiologischen Parameter in Bodendauerbeobachtungsprogramme basierend auf den mehrjährigen mikrobiellen Untersuchungen an den NABObio-Standorten.
3. Beitrag zum NAP PSM: Aufbau eines PSM-Screenings an ausgewählten NABO-Standorten und falls Drittmittel aus dem NAP PSM gesprochen werden der Aufbau eines PSM-Monitorings inkl. der Modellierung der PECs in Böden und Entwicklung eines Indikators für die Auswirkungen der PSM auf die Bodenfruchtbarkeit.
4. Vorbehaltlich zusätzlicher externer Finanzierung: Screenings von Antibiotika-Rückständen und Resistenzgenen in Gülle und Böden.
5. Fortschreibung der über 30-jährigen Zeitreihe der jährlichen Bewirtschaftungsdaten an den rund 50 NABO-Flux Standorten als Basisinformation für die Plausibilisierung und Interpretation der Zeitreihen von chemischen, biologischen und physikalischen Bodenparameter.
6. Durch die vertiefte Datenauswertung im BDM-NABO-Projekt: Evaluation von Faktoren und/oder Faktorenkombinationen, die für die Diversität von Gefässpflanzen und Moosen von Bedeutung sind.
7. Vervollständigung und Pflege des Bodendatensatz Schweiz und des Bodenkartierungskataloges Schweiz auf Basis des nationalen Bodeninformationssystems NABODAT.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 5: Aufbau eines PSM-Screenings an ausgewählten NABO-Standorten und falls Drittmittel aus dem NAP PSM gesprochen werden der Aufbau eines PSM-Monitorings.

zu SFF Nr. 8: Molekulargenetische Analysen an den 19 NABObio-Standorten und Beginn der einmaligen Durchführung der molekulargenetischen Analysen an den NABO-Standorten.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

--

Material und Methoden (grob skizziert)

Die Nationale Bodenbeobachtung NABO erfasst und dokumentiert die Bodenqualität an rund 110 Standorten. Die Dauerbeobachtung hilft, unerwünschte Entwicklungen frühzeitig erkennen zu können. Dieses Referenznetz dient seit 1985 der Wirkungskontrolle im Umweltschutz. Im Speziellen richtet sich der Fokus auf stoffliche Anreicherungen im Boden, die Bodenverdichtung und die Bodenbiologie.

Rund die Hälfte der Dauerbeobachtungsstandorte wird landwirtschaftlich für Acker-, Gemüse-, Obst- und Rebbau oder als intensives Grasland genutzt. Ein Fünftel liegt in extensiv genutzten Flächen wie Weiden und Alpweiden. Ungefähr ein Drittel befindet sich im Wald. Zusätzlich sind zwei Stadtparkstandorte eingerichtet worden. Diese Standorte werden in einem 5-jährigen Zyklus beprobt. Für mikrobiologische Untersuchungen werden 9 Acker- und 10 Graslandstandorte zudem jährlich beprobt.

Nähr- und Schadstoffe reichern sich langfristig in Böden an; diese Prozesse sind jedoch schwierig zu erfassen. Eine Stoffbilanzierung lässt unerwünschte Entwicklungen im Boden frühzeitig erkennen und ermöglicht das Erstellen von Prognosen und Szenarien. Dieses Modellierungsinstrument dient der Vorsorge im Bodenschutz.

Ziel einer Modellierung von Stoffbilanzen ist, die Ursache gemessener Veränderungen im Boden zu analysieren sowie die angepassten Massnahmen einer nachhaltigen Bodennutzung zu prognostizieren. Wie die landwirtschaftliche Bewirtschaftung die Bodenqualität, Bodenfunktionen und Bodengefahren langfristig beeinflusst, kann daher mit einfachen Oberflächenbilanzen oder mit komplexeren Bodenprozessmodellen beleuchtet werden. Letztere können für Analysen und Prognosen im regionalen respektive standörtlichen Massstab verwendet werden, um die Veränderungen im Boden hinsichtlich der Bewirtschaftung, der Bodenbearbeitung und den Standort- und Bodeneigenschaften zu überprüfen.

Das Erheben von Bodeninformationen steht am Anfang einer vielgliedrigen Wertschöpfungskette. Wissenschaftlich fundierte Bodeninformationen sind für Forschung, Verwaltung und Politik von vielseitigem Nutzen. Das Nationale Bodeninformationssystem NABODAT bezweckt, die Bodendaten aus unterschiedlichen Quellen zusammenzuführen, zu harmonisieren und für weitere Bedürfnisse verfügbar zu machen. NABODAT ist als gemeinsame Fachapplikation von Bund und Kantonen seit 2012 in Betrieb.

Im Kontext der nationalen Bodeninformationen erfassen und verwalten der Bund und die Kantone im Nationalen Bodeninformationssystem NABODAT die digitalen Bodendaten der Schweiz nach einem einheitlichen Modell. Für räumliche Auswertungen ist die Datenbank mit einem geographischen Informationssystem (GIS) verknüpft. Damit stehen die Bodeninformationen in NABODAT auf eine einfache Art und Weise für unterschiedliche Fragestellungen

und verschiedenste Fachdisziplinen zur Verfügung und die Zusammenarbeit unter den Kantonen und zwischen Bund und Kantonen bei Bodenschutzfragen wird verstärkt.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- - Rehbein K., Grob U., Klauser L. und Keller A. Nationales Bodeninformationssystem NABODAT – Daten-modell Version 1.4. Agroscope, Servicestelle NABODAT, Zürich. 2017, 1-52.
- - Rehbein K., Grob U., Klauser L., Franzen J. und Keller A. Bodendatensatz Schweiz – Dokumentation Version 1 (Dez 2016). Agroscope, Servicestelle NABODAT, Zürich. 2016. 1-11
- - Gubler A. Testing Monitoring Data for Serial Correlation. Agroscope Science. 43, 2017, 1-10.
- - Schwab P. A. Gubler. Methoden zur Bestimmung physikalischer Begleitparameter an Bodenproben. Agroscope Science. 40, 2016, 1-34.
- - Gubler A., Schwab P., Wächter D., Meuli R. G., Keller A. Influence of soil water status on collected soil samples. Agroscope Science. 34, 2016, 1-16.
- - Gubler A., Wächter D., Blum F., Bucheli T. Remarkably constant PAH concentrations in Swiss soils over the last 30 years. Environmental Science: Processes & Impacts. 17, (10), 2015, 1816-1828.
- - Greiner M. L., Keller A. Indexpunkte gegen den Landverbrauch. TEC21. 41, 2015, 24-26.
- - Grob U., Ruef A., Zihlmann U., Klauser L., Keller A., 2015. Agroscope-Bodendatenarchiv : Bodendaten aus Boden-kartierungen 1953-1996. Agroscope Science, Nr. 14, 2015, S. 1-52.
- - Gubler A., Schwab P., Wächter D., Meuli R. G., Keller A. Ergebnisse der Nationalen Bodenbeobachtung (NABO) 1985-2009 : Zustand und Veränderungen der anorganischen Schadstoffe und Bodenbegleitparameter. BAFU Umwelt-Zustand. 1507, 2015, 1-81.
- - Hug A.-S., Gubler A., Widmer F., Frey B., Oberholzer H.-R., Campos-Herrera R., Meuli R. G. Wie geht es den Böden in der Schweiz? Biologische Untersuchungen der Nationalen Bodenbeobachtung NABO. Hotspot. 32, 2015, 18-21.
- - Wulf H., Mulder T., Schaepman M. E., Keller A., Jörg P. Remote sensing of soils. Hrsg. Remote Sensing Laboratories, University of Zürich. 22. Jan., 2015, 1-71 S.
- - Hug A.-S., Gubler A., Widmer F., Frey B., Oberholzer H.-R., Meuli R. G. NABObio12_13 : Ergebnisse der Pilotphase 2012 und 2013. Agroscope Science. 22, 2015, 1-27.
- - Greiner M. L., Keller A., Papritz A., Zimmermann S. Bodenfunktionsbewertung: die Rolle des Bodens anderen Fachdisziplinen kommunizieren. Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz – Bulletin. 35, 2014, 23-28.
- - Meuli R. G. Schadstoffe machen vor dem Nationalpark nicht Halt - Kommentar von Reto Giulio Meuli. Cratschla. 2, 2014, 17
- - Karami M., Amini M., Afyuni M., Khoshgoftarmanesh A. H., Keller A., Abdi A., Schulin R. Agricultural zinc fluxes into soils and crops of central Iran at regional scale. Archives of Agronomy and Soil Science. 60, (3), 2014, 437-456.
- - Della Peruta R., Keller A., Schulin R. Sensitivity analysis, calibration and validation of EPIC for modelling soil phosphorus dynamics in Swiss agro-ecosystems. Environmental Modelling & Software. 62, 2014, 97-111.
- - Keller A. National soil information systems to support spatial planning procedures. DISP. 49, (1), 2013, 68-71.
- - Hug A.-S., Gubler A., Widmer F., Frey B., Oberholzer H.-R., Schwab P., Meuli R. G. Bodenbiologie im Referenzmessnetz der Nationalen Bodenbeobachtung NABO. In: BGS Jahrestagung. 13./14. Februar, Hrsg. Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz, Changins. 2014, 11-22.
- - Gärtner D. Keller A., Schulin R. A simple regional downscaling approach for spatially distributing land use types for agricultural land. Agricultural Systems. 120, 2013, 10-19.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet

(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Die Ziele der Nationalen Bodenbeobachtung NABO sind die schweizweite Erfassung und Beurteilung von Bodenbelastungen sowie die Früherkennung von unerwünschten Veränderungen zur Sicherung der Bodenfruchtbarkeit. Das langfristige Monitoring leistet einen wichtigen Beitrag zur Kontrolle der ökologischen Nachhaltigkeit und gibt Antworten zu den Bodengefahren und für die Bewertung von Bodenfunktionen.

Das Bundesamt für Landwirtschaft betreibt zusammen mit dem Bundesamt für Umwelt die Nationale Bodenbeobachtung. An gut 100 über die Schweiz verteilten Standorte werden der Bodenzustand und die zeitliche Entwicklung durch wiederholte Beprobung erfasst. Dadurch können unerwünschte Entwicklungen frühzeitig erkannt und Gegenmassnahmen vorgeschlagen werden. An rund 50 Landwirtschaftsstandorten werden jährlich die Nutzungsdaten erhoben. Dies erlaubt mittels Stoffbilanzen die Plausibilisierung der gemessenen zeitlichen Veränderungen. Sie ermöglichen zudem die Erstellung von Prognosen und Szenarien für eine nachhaltige Nutzung. Im Bodeninformationssystem NABODAT werden räumliche Bodendaten verwaltet und mittels GIS und mit Hilfe der DSM-Technik für raumplanerische Planungen räumlich dargestellt.

Genehmigung des Projektes

Datum:	22.08.2017	Visum FGL:	merg

Datum:	26.10.2017	Visum FBL / KBL:	baro

Datum:	26.10.2017	Visum V SFF:	baro



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.15.19.05.01

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Boden-Engineering

Nr. Bereich.

19 Agrarökologie und Umwelt

Nr. Gruppe

19.5 Pflanzen-Boden-Interaktionen

Projektleitung/Stellvertretung

Raphaël Wittwer / Marcel van der Heijden

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	3244
Beitrag zu SFF	15
Beitrag zu weitem SFF	2

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	SFF15: 2.77, 12.7, 18.1, 18.11, 18.23, 18.27, 23.35, 28.4, 28.10 SFF02: 1.2, 1.14, (3.16, 4.15, 5.2, 9.18, 28.75), 18.75 SFF14: 3.76
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Ökologisches Boden-Engineering - Bodenbiodiversität und Bodenökosystemdienstleistungen in Produktionssystemen steigern.

Ökologisches Boden-Engineering - Bodenfunktionen besser nutzen

Soil ecological engineering - Improving soil biodiversity and ecosystem services in cropping systems

Soil biodiversity, ecosystem services, plant-soil interactions, cropping systems, tillage, cover cropping, compost, resilience

Ausgangslage und Problemstellung

Der Boden mit seiner grossen Vielfalt und Masse an Lebewesen bildet eine wichtige Grundlage für die landwirtschaftliche Produktion. Das Wissen darüber, wie Bodenlebewesen wichtige Bodenökosystemfunktionen wie zum Beispiel Nährstoffaufnahme, Nährstoffverluste und Kohlenstoffspeicherung beeinflussen, ist jedoch noch lückenhaft. Wir könnten jedoch bereits aufzeigen, dass die Abundanz und Diversität von Bodenorganismen für viele diese Funktionen verantwortlich sind, und dass eine Verarmung des Bodenlebens zu einer nicht nachhaltigen Bodenbewirtschaftung und zu Umweltverschmutzung führt (Wagg et al. 2014, Bender and van der Heijden 2015). Intensive Landwirtschaft ist heutzutage gekennzeichnet durch eine hohe Produktivität, ermöglicht durch hohe Inputs, aber auch durch vielfache negativen Umwelteinflüsse wie Verlust von Biodiversität und Bodenfruchtbarkeit sowie Verlust von Nährstoffen und Pestiziden in der Umwelt. Idealerweise, sollten nachhaltige Systeme natürliche Prozessen besser nutzen können, um Umweltwirkungen zu minimieren bei anhaltender Produktivität (Bender et al. 2016).

Die Forschungsarbeiten in diesem Projekt konzentrieren sich auf der Nutzung aller kulturtechnischen Möglichkeiten, um die Bodenfunktionen so zu verbessern, dass die Ökosystemleistungen des Bodens optimiert werden. Dabei suchen wir nach Möglichkeiten, Produktionssysteme bezüglich Nachhaltigkeit und Ressourceneffizienz zu verbessern. Wir wollen einerseits Anbaumassnahmen welche sich günstig auf die Bodenbiodiversität und die Populationsdynamik von besonders nützlichen Bodenlebewesen auswirken, herauskristallisieren und andererseits versuchen, gezielt nützliche Organismen in das System zu bringen.

Unter ökologisches Boden-Engineering verstehen wir die gezielte Förderung und Nutzung des Bodenlebens und der damit verbundenen Ökosystemleistungen, um nachhaltige und produktive Anbausysteme zu gestalten. In diesem Projekt arbeiten wir an der agrotechnischen und agronomischen Umsetzbarkeit von Boden-Engineering. Das komplementäre Partnerprojekt 'Bodenbiologie und Rhizosphärenmikrobiome' (Projekt 18.15.19.5.02_Bodenbiologie) liefert die hierzu nötigen molekularen Grundlagen zu Bodenfunktionen und -prozessen.

Ziele und Forschungsfragen

Ziel ist es, Anbausysteme (z.B. Ackerbau oder Gemüsebau) produktiv aber ökologischer zu gestalten, indem interne natürliche regulatorische Prozesse besser genutzt werden. Diese Prozessen und die damit verbundenen Ökosystemdienstleistungen werden grossenteils durch Bodenorganismen reguliert und wir brauchen ein besseres Verständnis über den Einfluss von Bewirtschaftungsformen (ÖLN, BIO, Direktsaat) und spezifischen Anbaumassnahmen (Fruchtfolge, Bodenbearbeitung, Zwischenfrüchte, organische Dünger) auf das Bodenleben und dessen Diversität und die damit verbundenen Ökosystemdienstleistungen. Im Projekt werden folgendende Hauptforschungsfragen bearbeitet:

- 1) Wie werden nützliche Bodenlebewesen und Bodenökosystemdienstleistungen durch unterschiedliche Bewirtschaftung und Anbaumassnahmen beeinflusst?
- 2) Kann man die Nachhaltigkeit von Agrarökosystemen mittels gezielter Stärkung des Bodenlebens und einer Verbesserung von Bodenökosystemfunktionen fördern, indem die Produktivität erhöht und/oder der Einsatz von Hilfsmitteln reduziert werden?
- 3) Sind Anbausysteme, die Bodenlebewesen und Bodenfunktionen fördern, resistenter bzw. resilienter gegenüber biotischem (Krankheiten) (NFP68 zusammen mit Gruppe Monika Mauerhofer ETHZ) und abiotischem (Klima) Stress (Project RELOAD Stiftung Mercator Schweiz zusammen mit Gruppe Nina Buchmann ETHZ und Projekt 18.15.19.3.01_Bodenstruktur)?

Dabei liegt unser Fokus nicht nur auf kulturtechnische Möglichkeiten um die Bodenfunktionen zu verbessern, sondern wir streben eine ganzheitliche Betrachtung des Agrarökosystems an, indem neben ökologischen auch die agronomischen und ökonomischen Leistungen erhoben werden. (Zusammenarbeit mit den Projekten 18.15.19.3.01_Bodenstruktur, 18.02.15.1.01_Systèmes_GC und 18.15.19.5.02_Bodenbiologie)

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 15 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Das Projekt wird neue Erkenntnisse zur folgenden Forschungsfrage liefern:

- Identifikation von Anbaumassnahmen und -systemen, die das Bodenleben und Bodenökosystemdienstleistungen fördern. (FF 3, 3.1)
- Wie beeinflussen Bodenorganismen und deren Diversität die Ressourceneffizienz und Resilienz von Anbausystemen? (FF 7)
- Können Bodenökosystemdienstleistungen mit gezielter Manipulation von Bodenmikroorganismen gesteigert werden? (FF 7)

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 2:

Anbaumassnahmen, die das Bodenleben und Bodenökosystemdienstleistungen fördern, werden identifiziert und können in der Weiterentwicklung von Anbausystemen besser integriert werden (FF 5). Dabei wird eine Zusammenarbeit mit dem Projekt 18.02.15.1.01_Systèmes_GC in Form von regelmässigen Austausch und koordinierte Messkampagnen angestrebt.

Wirkungsabschätzung von gezielter Feldimpfung mit nützlichen Bodenorganismen (FF 6). Zusammenarbeit mit Projekt 18.15.19.5.02_Bodenbiologie.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Der Biolandbau ist auf ein optimal funktionierendes Bodensystem angewiesen. In diesem Projekt werden Zusammenhänge zwischen Bewirtschaftung (Anbaumassnahmen) und Ökosystemdienstleistungen identifiziert, auch unter biologischer Bewirtschaftung. Diese neuen Erkenntnisse sollen im Biolandbau dazu beitragen, dass die Effizienz und die Produktivität weiter gesteigert werden.

Material und Methoden (grob skizziert)

1. Exaktfeldversuche:

- Langzeitversuch FAST (FARMing System and Tillage experiment) (Wittwer et al. 2017): Dieses Versuchsprojekt bietet eine Forschungsplattform, um grundlegende Mechanismen über den Einfluss von Bewirtschaftung (ÖLN, BIO, konservierende Bewirtschaftung (Direktsaat, Mulchsaat)) und Anbaumassnahmen (Zwischenfrüchte, Düngung) auf Bodenökosystemleistungen besser zu verstehen. Diese Plattform bringt auch Mehrwert, indem viele Forschungsprojekte (DM) mit Partnern entwickelt werden können (bisher gab es Zusammenarbeit mit über 15 Agroscope internen (FG 19.3,

19.7) und externe Gruppen (ETHZ, ZHAW, FiBL, Uni Tübingen, Helmholtz Zentrum München, Lund University)). Dies erlaubt eine breite Vernetzung und eine ganzheitliche (agronomische, ökologische und ökonomische) Betrachtung der Anbausysteme. Molekulare und mikrobielle Methoden für die Bestimmung der Mikrobiome und Abundanz von Mikroorganismen im FAST Versuch werden in Zusammenarbeit mit der Projekt 18.15.19.5.02_Bodenbiologie durchgeführt.

Feldimpfungsversuche: Während der AP18-21 werden wir auch vermehrt versuchen, Feldimpfungen mit besonders vielversprechende nützliche Bodenorganismen (identifiziert im Projekt 18.15.19.5.02_Bodenbiologie) unter Feldbedingungen durchzuführen. Dabei wird einerseits die Wirkung dieser Organismen unter Feldbedingungen überprüft und andererseits die praktische Umsetzung angeschaut.

2. Betriebsnetzwerke (on-farm Versuche):

Betriebsnetzwerke bestehen aus eine grosse Anzahl Parzellen von Praxisbetrieben, die je nach Projekt in verschiedene Bewirtschaftungsgruppen eingeteilt werden und verglichen werden. Sie erlauben uns die aus den Exaktversuchen gewonnenen Erkenntnisse zu ergänzen und auf Praxisebene zu übersetzen. Sie erlauben ebenfalls ein engen Kontakt mit Landwirten und steigern die Signifikanz und Extrapolierung der Ergebnisse.

Zur Zeit (und für die AP18-21) betreiben wir 3 solchen Netzwerke für ein total von etwa 110 Betriebe.

- Eines der Netzwerke beschäftigt sich mit verschiedene Gemüsebau-Systemen (SNF, ca. 30 Betriebe).
- Ein zweites Netzwerk schaut wie sich Bewirtschaftungsintensität auf Bodenfunktionen auswirkt (SNF-Biodiversa, ca. 40 CH-Betriebe + 80 in Ausland).
- Ein drittes Netzwerk untersucht die Wirkung von Kompost (Stiftung Mercator Schweiz, ca. 40 Betriebe) als Bodenverbesserungsmassnahme.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Wagg, C., Bender, S. F., Widmer, F. & van der Heijden, M. G. A. Soil biodiversity and soil community composition determine ecosystem multifunctionality. PNAS 111, 5266-5270 (2014).
- Bender, S. F. and M. G. A. van der Heijden. Soil biota enhance agricultural sustainability by improving crop yield, nutrient uptake and reducing nitrogen leaching losses." Journal of Applied Ecology 52(1): 228-239 (2015).
- Bender, S. F., Wagg, C. & van Der Heijden, M. G. A. An underground revolution: Biodiversity and soil ecological engineering for agricultural sustainability. Trends in Ecology & Evolution 31, 440-452 (2016).
- Wittwer, R. A., Dorn, B., Jossi, W. and van der Heijden, M. G. A. Cover crops support ecological intensification of arable cropping systems. Scientific Reports 7, 41911 (2017).
- Prechsl, U. E., R. Wittwer, M. G. A. van der Heijden, G. Lüscher, P. Jeanneret and T. Nemecek. Assessing the environmental impacts of cropping systems and cover crops: Life cycle assessment of FAST, a long-term arable farming field experiment." Agricultural Systems 157: 39-50 (2017).

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet (Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Der Boden mit seiner grossen Vielfalt und Masse an Lebewesen bildet eine wichtige Grundlage für die landwirtschaftliche Produktion. In diesem Projekt untersuchen wir kulturtechnische Möglichkeiten um die Ökosystemfunktionen des Bodens zu verbessern (sogenanntes ökologisches Boden-Engineering) um damit nachhaltige und produktive Anbausysteme zu gestalten.

Der Boden mit seiner grossen Vielfalt und Masse an Lebewesen bildet eine wichtige Grundlage für die landwirtschaftliche Produktion. Das Wissen darüber wie wichtige Bodenökosystemen wie zum Beispiel Nährstoffaufnahme, Nährstoffverluste (Auswaschung), und Kohlenstoffspeicherung beeinflussen, ist jedoch noch lückenhaft. Dieses Projekt konzentriert sich auf der Nutzung aller kulturtechnischen Möglichkeiten, um die Bodenfunktionen so zu verbessern, dass die Ökosystemleistungen des Bodens optimiert werden (sogenanntes ökologisches Boden-Engineering). Dabei suchen wir insbesondere nach Anbaumassnahmen, welche sich günstig auf die Bodenbiodiversität und die Populationsdynamik von besonders nützlichen Bodenlebewesen auswirken, um Produktionssysteme bezüglich Nachhaltigkeit und Ressourceneffizienz zu verbessern.

Genehmigung des Projektes

Datum: 22.08.2017	Visum FGL: vama
Datum: 11.9.2017	Visum FBL / KBL: baro
Datum: 11.9.2017	Visum V SFF: baro



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.15.19.05.02

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Bodenbiologie

Nr. Bereich.

19

Agrarökologie und Umwelt

Nr. Gruppe

19.5

Pflanzen-Boden-Interaktionen

Projektleitung/Stellvertretung

Klaus Schläppi / Marcel van der Heijden

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitsstage ohne Drittmittel	1660
Beitrag zu SFF	15
Beitrag zu weitem SFF	2, 8

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	SFF15: 1.2 (28.90), 18.1, 23.35, 28.1, 28.10; SFF 8: 9.3 SFF 02: 1.2 (28.90); SFF 14: 3.76
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Bodenbiologie und Rhizospärenmikrobiome

Bodenbiologie und Rhizosphärenmikrobiome

Soil biology and rhizosphere microbiomes

rhizosphere / microbiome / smart farming / biofertilizer / biocontrol / microbial functions / mycorrhiza

Ausgangslage und Problemstellung

Der Boden beherbergt Abermillionen von Mikroorganismen. Deren Diversität, deren Anzahl (gemessen als mikrobielle Biomasse) und im Besonderen deren Aktivität (gemessen an deren Atmung) sind für die Bodenqualität und -fruchtbarkeit von entscheidender Bedeutung. Ein Teil der Bodenmikroben besiedeln die Rhizosphäre, die als den wurzel-nahen Boden, der durch Exudate von der Pflanze beeinflusst wird, definiert ist. Viele der Rhizospärenmikroorganismen sind bekannt dafür, dass sie das Wachstum und die Gesundheit der Pflanze und somit die landwirtschaftliche Produktion stark zu beeinflussen. Die Gesamtheit der Bakterien und Pilze, die mit der Pflanze in der Rhizosphäre assoziieren wird Rhizospärenmikrobiom genannt.

Die hohen Erträge der modernen Landwirtschaft beruhen grösstenteils auf agrochemischen Anbaupraktiken. Viele agrochemischen Produkte hängen von endlichen Ressourcen oder energieintensiven Herstellungsverfahren ab und verursachen Umweltprobleme. Die 'next-generation Agrarwirtschaft' verlangt nach alternativen Strategien, um die Produktivität auch bei vermindertem Einsatz von agrochemischen Produkten hoch zu halten. Ein vielversprechender Ansatz besteht darin, die nützlichen Eigenschaften des Pflanzenmikrobioms auszunutzen, um Ertragsleistung der Pflanzen sicher zu stellen.

In diesem Projekt untersuchen wir die Prozesse und Funktionen der Mikrobiome im Boden und schaffen damit die Grundlagen für mögliche Anwendungen. Das komplementäre Partnerprojekt 'Boden-engineering' (Projekt 18.15.19.5.01_Boden_Engineering) arbeitet an der agrotechnischen und agronomischen Umsetzbarkeit dieses Ansatzes.

Ziele und Forschungsfragen

Hauptziele dieses Forschungsprojektes bestehen darin, die Aktivitäten von Bodenmikroorganismen zu erforschen, nützliche Bakterien und Pilze im Rhizospärenmikrobiom zu erkennen, zu lernen wie die nützlichen Eigenschaften des Rhizospärenmikrobioms gefördert werden und somit die Nachhaltigkeit verbessert werden kann. Das Projekt kennt die folgenden fünf Schwerpunkte:

- 1) Funktionen von Mikroorganismen: Dieser Schwerpunkt baut auf dem vorhergehenden Arbeitsprogramm auf, wo wir untersuchten, welche Mikroorganismen das Pflanzenwurzelmikrobiom beinhaltet (Hartman et al., 2017; Bodenhäuser et al., in prep.; Schlaeppi et al., in prep.). Wir treiben diese Arbeiten weiter, um herauszufinden, welche Funktionen bestimmter Mitglieder des Pflanzenwurzelmikrobioms die Ertragsleistung von Pflanzen verbessern können. Zwei DM-Projekte (COST, SNF) untersuchen, welche Bakterien die Pflanzengesundheit verbessern. Das SNF Projekt untersucht weiter, welche Bakterien die Nährstoffverfügbarkeit für die Pflanze und die Nährstoffeffizienz verbessern. In Zusammenarbeit mit Florian Freimoser (Pflanzenschutzprojekte zu Obst und Gemüse im SFF5) untersuchen wir mögliche antagonistische Wirkungen von Hefepilzen gegen bodenbürtige Pathogene. Die für die funktionelle Analyse der Mikroorganismen benötigte Bioinformatik wird enger Zusammenarbeit mit Christian Ahrens (Projekt 18.08.13.11.02_MikBioDiv_ANET-GB) erarbeitet.
- 2) Förderung der nützlichen Eigenschaften des Pflanzenmikrobioms: Hier untersuchen wir, wie verschiedene Anbausysteme die Pflanzen-assoziierten Mikroorganismen beeinflussen. Wir schaffen die Grundlagen, wie die nützlichen Eigenschaften des Pflanzenmikrobioms mit gezielten Anbaumethoden gefördert werden können (Bender et al. 2016; Hartman et al., in prep.). Wir suchen nach Anbausystemen mit Mikrobiomen, die die Nährstoffeffizienz erhöhen, die Nährstoffauswaschung verringern oder weniger Klimagasemissionen verursachen. Aus dieser Arbeit wollen wir Empfehlungen für eine nachhaltigere Bewirtschaftung ableiten. Im Partnerprojekt (Projekt 18.15.19.5.01_Boden-Engineering) werden die agrotechnischen- und agronomischen Möglichkeiten und Konsequenzen untersucht.
- 3) Smart farming - Mikrobiom-basiertes Impfen von Nützlingen: Hier wird untersucht, unter welchen Bedingungen die Bodenfruchtbarkeit durch Einbringen von nützlichen Mikroorganismen verbessert werden kann. Die methodischen Entwicklungen haben wir getätigt (Schlaeppi et al., 2016), um nun zu untersuchen, ob eine dem Standort und dem dort natürlich vorkommenden Mikrobiom angepasste Feldimpfung von nützlichen Mykorrhizapilzen gezielt vorgenommen werden kann (Köhl et al. 2016; Schlaeppi et al., 2017 AFOS). Es geht darum, aus Mikrobiomprofilen von Feldböden den oder die für den Standort am besten angepasste/n Nützlich(e) (Mikroben) auszuwählen und zu inokulieren. Ziel ist - ganz im Sinne von 'smart farming' - Mikrobiomanalysen diagnostisch einzusetzen, um Feldimpfungen erfolgreich durchführen zu können. Zusätzlich wurde hierzu ein DM Projekt bei der Gebert-Rüf Stiftung eingereicht, wo untersucht werden soll, welche Mikroorganismen, welche ihrer Funktionen und welche Mikrobiomstrukturen sich für eine erfolgreiche Impfung eignen. Ziel dieses Projekt ist es, eine für die Forschung und Praxis nutzbare Webplattform/App zu entwickeln, welche basierend auf chemischen oder biologischen Bodendaten, Empfehlungen für erfolgsversprechende und standort angepasste Feldimpfungen ermöglicht. Hier schaffen wir die mikrobiologische und funktionellen Grundlagen, während das Partnerprojekt die agrotechnische und agronomische Seite untersucht.
- 4) Bodenmikrobiologie: Wir unterhalten Methoden (Mikrobielle Atmung und Biomasse) für die mikrobielle Aktivität in Boden zu bestimmen, die ganzheitliche biologische Beurteilung der Bodenqualität erlauben. Es gilt in Zusammenarbeit mit der Nationalen Bodenbeachtung NABO (19.4) und Bodenbeobachtungsnetzwerken verschiedener Kantone, den Zustand und die langzeitliche Entwicklung unserer Landwirtschaftsböden zuverlässig zu bestimmen, um die Bodenqualität langfristig sicher zu stellen.
- 5) Schweizer Sammlung für arbuskuläre Mykorrhizapilze - Die Verfügbarkeit von einer Vielfalt von Mykorrhizapilzstämmen ist für die Zukunft äusserst wichtig. Am Standort Reckenholz werden seit 2008 Mykorrhizapilze in Lebendkulturen an verschiedenen Wirtspflanzen im Gewächshaus vermehrt. Zum einen handelt es sich um Donationen von anderen Forschungsinstitutionen (ETH Zürich, Uni Basel), zum anderen werden gezielt Pilze aus landwirtschaftlichen Böden isoliert, vermehrt und der Sammlung hinzugefügt. Die Sammlung umfasst im Moment ca. 200 Isolate und ist unentbehrlich für die Entwicklung von Feldinokulationen.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 15 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Die Forschung im Schwerpunkt #1 zielt darauf ab Mikroorganismen des Rhizosphärenmikrobiomes mit nützlichen Eigenschaften (Bsp, erhöhte Ressourceneffizienz und/oder optimierte Nährstoffkreisläufe) zu identifizieren um daraus Anwendungen zu entwickeln, die die ökologische Funktionalität der landwirtschaftlich genutzten Böden verbessern. Den Anwendungsaspekt bearbeiten wir im Schwerpunkt #3 am Beispiel der Feldimpfung mit Pilzen, die die Nährstoffversorgung der Pflanzen verbessern. Es geht darum standortspezifische Feldimpfungen zu entwickeln, die die können die Ertragsfähigkeit und die ökologische Funktionalität verbessert. Beitrag von Schwerpunkt #2 sind unsere Untersuchungen, wie sich verschiedene Anbausysteme auf Bodenfunktionen (Bodenfruchtbarkeit) auswirken. Ziel ist hier auch zu lernen, mit welchen Anbaumethoden die nützlichen Eigenschaften des Rhizospärenmikrobioms gefördert

werden können. Mit Schwerpunkt #4 erarbeiten und stellen wir Indikatoren für biologische Bodenfunktionen zur Verfügung, die für eine zuverlässige (Langzeit-) Beurteilung der Fruchtbarkeit und Qualität unserer Landwirtschaftsböden auch unter Belastungssituationen ermöglichen.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 2: Im Schwerpunkt #3 arbeiten wir daran, dass die Mikrobiomik agrartechnisch (diagnostische Bodenmikrobiomanalysen für gezielte und standortangepasste Feldimpfungen) genutzt werden kann. Unsere Forschung zeigt den Einfluss von Mykorrhizapilzen als Bioeffektoren auf das Wachstum von Nutzpflanzen und die Ressourceneffizienz der Nährstoffversorgung. Unsere Erkenntnisse bezüglich den Einflüssen von Anbausystemen auf Boden- und Rhizosphärenmikroorganismen (Schwerpunkt #2) unterstützen die Entwicklung resilienter und ressourceneffizienter Anbausysteme.

zu SFF Nr. 8: Unsere Arbeit trägt dazu bei, die Einflüsse von unterschiedliche Anbausystemen und -techniken auf die Zusammensetzung der Boden- und Rhizospärenmikrobiome besser zu kennen um daraus ableiten zu können, mit welchen Anbaumethoden die nützlichen Eigenschaften der Agrarmikrobiome gefördert werden können (Schwerpunkt #2). Wir unterstützen die Suche (Schwerpunkt #1) und die Entwicklung von Anwendungen (Schwerpunkt #3) von mikrobiellen Nützlingen. Wir tragen zur Erweiterung und Charakterisierung der mikrobiellen Stammsammlung von Agroscope bei.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Ziel dieses Projektes ist die Verbesserung der landwirtschaftlichen Nachhaltigkeit durch Anwenden Mikroorganismen, die die Ertragsleistung von Pflanzen, die Pflanzengesundheit oder die Nährstoffverfügbarkeit für die Pflanze verbessern. Unsere Beiträge bezüglich Funktionen von Mikroorganismen' (Schwerpunkt #1), Förderung der nützlichen Eigenschaften des Pflanzenmikrobioms (Schwerpunkt #2) sowie der Feldimpfungen mit mikrobiellen Nützlingen (Schwerpunkt #3) bedienen somit Grundanliegen des Biolandbaus. Der Biolandbau profitiert von unserer Forschung und Entwicklung zur Nutzbarmachung von Mikroorganismen oder Eigenschaften von Mikrobiomen.

Material und Methoden (grob skizziert)

Dieses Projekte bedingt eine breite Palette von molekular bis mikrobiologischen Materialien und Methoden. Boden- und Rhizospärenmikrobiome werden ganzheitlich mit aktueller molekulargenetischer Methodik erfasst: die Mikrobiomanalysen werden mittels high-throughput DNA Sequenzierung von taxonomisch informativen Markergenen durchgeführt. Die Aufbereitung der Sequenzierproben geschieht ‚in-house‘ mit Unterstützung durch die FG Molekulare Ökologie (Projekt 18.08.13.10.01_MolMikOek). Für die molekularen Arbeiten benutzen wir das Labor von Dr. Franco Widmer. Diese Zusammenarbeit beinhaltet nebst den methodischen Aspekten auch den inhaltlichen Austausch zum Thema Boden und Mikrobiome. Für Sequenzierung und Servergebrauch arbeiten wir eng mit dem Functional Genomics Centre Zurich und dem Genomic Diversity Centre der Uni und ETH Zürich zusammen. Die Datenauswertung machen wir selber mittels multivariater Statistik und modelling Methoden in der Programmierungsumgebung R. Komplementär zu diesen Messmethoden für mikrobielle Diversität, betreiben wir bodenmikrobiologische Methoden für die Aktivitätsbestimmung von Mikrobiomen und die mikrobielle Biomasse in Böden. Diese Messungen bilden biologische Indikatoren für eine Beurteilung der Bodenqualität und -fruchtbarkeit.

Die Mikroorganismen werden mittels mikrobiologischen Methoden kultiviert und in Form einer Stammsammlung gelagert. Bakterien und Pilze werden molekulargenetisch bestimmt (DNA basierte Taxonomie, einzelne Stämme mittels Genomsequenzierung) und in der Interaktion mit Pflanzen charakterisiert (Assays in sterilen Petriplatten, Mikrokosmen, in Topfexperiment im Gewächshaus und in Inokulationsversuchen im Feld). Für die Feldarbeiten sind wir auf die enge Zusammenarbeit mit Raphaël Wittwer (Projekt 18.15.19.5.01_Boden-Engineering) und für on-farm Versuche auf Landwirte unserer Betriebsnetze angewiesen. Für Boden- wie auch Pflanzennährstoffanalysen arbeiten wir mit der Gruppe Umweltnanalytik (13.9.) zusammen. Die Interaktion mit der Pflanze wird je nach Mikroorganismen anhand von Transkript- oder Metabolitenanalysen untersucht oder mittels Biomasse-, Schädlingsbefall-, Produktivität-, Biomassenqualitäts- (e.g. P-Gehalt) oder Ertragsmessungen bestimmt. Die für die funktionelle Analyse der Mikroorganismen benötigte Bioinformatik wird enger Zusammenarbeit mit Christian Ahrens (Projekt 18.08.13.11.02_MikBioDiv_ANET-GB) erarbeitet.

Wir betreiben zudem die Schweizer Sammlung für arbuskuläre Mykorrhizapilze. Die Sammlung ist eine entscheidend wichtige Ressource an diversem Pilzinokulum für die Standortabhängigen Feldversuche. Am Standort Reckenholz werden seit 2008 ca. 200 Isolate dieser Pilzabteilung in artspezifischen Lebendkulturen an verschiedenen Wirtspflanzen im Gewächshaus vermehrt und der Sammlung hinzugefügt worden. Um sie für die Feldforschung einsetzen zu können, werden in den nächsten Jahren ausgewählte Pilzisolat entsprechend der Mengenbedürfnisse im grösserem Stil (Container, „Batchvermehrung“) vermehrt und zur Verfügung gestellt.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Schläppi K., Köhl L., Bender F., Held A., Mascher F., van der Heijden M. 2017. Teamwork im Untergrund: Mykorrhizapilze zur Förderung des Pflanzenwachstums. Agrarforschung Schweiz 8(3), 96-101, 2017
- Hartman, K., van der Heijden, M.G.A. Roussely-Provent, V., Walser J, Schläepi, K., (2017) Deciphering composition and function of the root microbiome of a legume plant. Microbiome 5:2.
- Schläepi, K., Bender, S., Mascher, F., Russo, G., Patrignani, A., Camenzind, T., Hempel, S., Rillig, M., van der Heijden, M.G.A. (2016) High-resolution community profiling of arbuscular mycorrhizal fungi. New Phytologist 212(3), 780-791.
- Köhl, L., Lukasiewicz, C.E.; van der Heijden, M.G.A. (2016) Establishment and effectiveness of mycorrhizal inoculation in agricultural soils. Plant, Cell & Environment 39: 136-146.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet**(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)**

Dieses Forschungsprojektes fokussiert auf die Erforschung von nützlichen Eigenschaften des Pflanzenmikrobioms. Es werden Grundlagen geschaffen, damit diese für die Landwirtschaft nutzbar gemacht werden können. Ziel ist eine nachhaltigere Landwirtschaft wo der Einsatz nützlicher Mikroorganismen bei gleichbleibender Ertragsleistung eine Reduktion von agrochemischen Produkten erlaubt.

Viele Mikroorganismen im Boden können das Pflanzenwachstum und somit die landwirtschaftliche Produktion stark beeinflussen. Es gibt Mikroorganismen, die die Nährstoffverfügbarkeit für die Pflanze verbessern oder vor Krankheiten schützen. In dieser Forschung geht es darum, biologischen Prozesse im Boden zu verstehen und die nützlichen Bakterien und Pilze des Rhizospärenmikrobiom zu erkennen. Weiter untersuchen wir, ob sich dem Boden zugegebene nützliche Mikroorganismen etablieren und damit die Bodenfruchtbarkeit verbessert werden kann. Ziel ist, dass eine dem Standort und dem dort natürlich vorkommenden Mikrobiom angepasste Feldimpfung von Nützlingen gezielt vorgenommen werden kann.

Genehmigung des Projektes

Datum: 23.08.2017	Visum FGL: vama
Datum: 13.9.2017	Visum FBL / KBL: baro
Datum: 13.9.2017	Visum V SFF: baro



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.15.19.05.03

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

PSM_Bodenbiologie

Nr. Bereich.

19 Agrarökologie und Umwelt

Nr. Gruppe

19.5 Pflanzen-Boden-Interaktionen

Projektleitung/Stellvertretung

Marcel van der Heijden / Otto Daniel / Daniel Wächter

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	493
Beitrag zu SFF	15
Beitrag zu weitem SFF	5

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	SFF 2: 12.7; 18.1; 28.10; 28.23; 23.35 SFF 5: 1.36; 4.16; 5.42 (28.80); 18.114
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☐ ja ☒ nein

Titel Originalsprache

Wie beeinflussen Pflanzenschutzmittelrückstände die Bodenfruchtbarkeit und die Bodengesundheit?

Pflanzenschutzmittel und Bodenfruchtbarkeit

Plant protection products and soil fertility

pesticides / soil functioning / soil fertility / microbial functions / mycorrhiza

Ausgangslage und Problemstellung

Pflanzenschutzmittel (PSM) werden weitverbreitet eingesetzt um Krankheiten und Unkraut zu bekämpfen. In der Schweiz werden jährlich circa 2100 t Wirkstoff eingesetzt (de Baan et al. 2015; BLW 2016). Bei einigen Kulturen oder Anbausystemen ist es kaum möglich ohne PSM zu arbeiten, da man ohne PSM bestimmte Krankheiten oder Unkräuter nicht oder sehr schwierig bekämpfen kann. Es gibt aber immer mehr kritische Stimmen, da verschiedene PSM einen negativen Einfluss auf Mensch, die Umwelt und die Biodiversität haben können. Aus diesem Grund hat der Bundesrat einen Auftrag erteilt, einen Aktionsplan zur Risikoreduktion und nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln zu erstellen mit dem Ziel, die Risiken und die Emissionen von PSM zu reduzieren (NAP-PSM).

Für die Umsetzung dieses NAP-PSM ist es notwendig zu wissen, welche PSM umweltschädigend sind sowie welche Organismen oder Ökosystemfunktionen vom Einsatz von PSM besonders betroffen sind. Im aktuell vorliegenden Entwurf des NAP ist bezüglich der Bodenfruchtbarkeit das Leitziel formuliert, dass die Bodenfruchtbarkeit von PSM langfristig nicht beeinträchtigt wird. Als Massnahmen sollen dafür ein Indikator entwickelt werden anhand von risiko-basierten Referenzwerten im Boden. Bis jetzt hat man sich bei der Risikobeurteilung der PSM auf Transportprozesse, Bildung von Metaboliten im Boden und mögliche Auswirkungen auf die Regenwürmer und die C- und N-Mineralisierungsprozesse konzentriert. In letzter Zeit werden auch vermehrt die Auswirkungen auf Milben und Springschwänze beurteilt. Die Koppelung dieser Beurteilungskonzepte mit Auswirkungen auf reale Bodensysteme ist aber noch zu wenig gut erforscht. Insbesondere sind die Risiken im Kontext von Bodentyp und Bodennutzung (physikalische Bearbeitung, Humuswirtschaft, Anbau von Monokulturen, Düngung, Fruchtfolgen) und der Resilienz der Bodensysteme bezüglich der verschiedenen „Störungen“ zu wenig bekannt. Es stellt sich daher die Frage wie PSM die Bodenfruchtbarkeit in landwirtschaftlich genutzten Böden beeinflussen. Ein gut funktionierender Boden ist ein Schlüsselfaktor für eine Nachhaltige Landwirtschaft und es ist deshalb äusserst wichtig zu prüfen, ob Bodenfunktionen auch durch PSM (oder deren

Abbauprodukte) beeinflusst werden. Der Boden beinhaltet eine Vielzahl Organismen inklusiv Nützlingen (Orgiazzi et al. 2016). Forschungsergebnisse mit Modellsystemen haben gezeigt, dass diese Nützlinge und die Bodenbiodiversität im Allgemeinen einen positiven Einfluss auf die Multifunktionalität von Grasland- und Ackerbausystemen haben (Wagg et al. 2014; Bender et al. 2016). In Systemen mit viel Bodenleben und einer hohen Bodenbiodiversität wurden weniger Nährstoffe ausgewaschen sowie weniger Lachgas (ein klimaschädliches Gas) emittiert (Bender et al. 2016). Gleichzeitig wurden die Nährstoffe im Boden von den Pflanzen effizienter genutzt. Oft werden verschiedene Bodenfunktionen, inklusiv Bodenfruchtbarkeit, von unterschiedlichen Bodenorganismen unterstützt. Die bedeutendsten und bekanntesten Beispiele sind Regenwürmer (Jossi et al. 2012), stickstofffixierende Bakterien (Nyfeler et al. 2011), Mykorrhiza-Pilze (Köhl & van der Heijden 2016) sowie krankheitsunterdrückende Mikroorganismen. Auf Grund der Bedeutung dieser Organisms ist es wichtig zu prüfen, ob deren Abundanz und Aktivität von PSM oder PSM Rückstände beeinflusst wird.

Dieses Projekt hat deshalb vor: 1) zu untersuchen, ob der Einsatz von PSM und damit die im Boden entstehenden Rückstände sich negativ auf die Bodenbiodiversität und nützliche Bodenlebewesen auswirkt; 2) ob wichtige Bodenfunktionen wie zum Beispiel die Aufnahme von Nährstoffen durch nützliche Mikroorganismen (z.B. Mykorrhiza-Pilze und stickstofffixierende Bakterien) oder die krankheitsunterdrückende Wirkung von Boden (Selbstregulierung) von PSM beeinflusst werden; 3) das bestehende Screening (ggf. das darauffolgende Monitoring) von PSM-Rückstände im Boden in Bezug zu den effektiv eingesetzten PSM zu unterstützen (vgl. Projektskizze NABO 18.15.19.4.10_NABO).

Agroscope verfügt mit Kompetenzen und laufenden Projekten im Bereich Monitoring (NABO inkl. NABObio), Risk Assessment im Rahmen der Zulassung (Ökotoxikologie und Pflanzenschutzchemie) und mikrobielle Bodenbiologie (div. Projekte in der FG Pflanzen-Boden Interaktionen) über ein breit abgestütztes Konsortium, das den im NAP-PSM erwähnten Forschungsbedarf zum Einfluss von PSM auf die Bodenfruchtbarkeit bezüglich Kompetenzen vollumfänglich und bezüglich Ressourcen nur zu einem klein Teil abdecken kann. Zusätzliche Ressourcen müssen im Rahmen der Finanzierung von Forschungsmassnahmen im NAP-PSM akquiriert werden.

Ziele und Forschungsfragen

Hauptziele dieses Forschungsprojektes bestehen darin, zu untersuchen, ob der Einsatz von PSM so wie er in der Schweizer Landwirtschaft erfolgt, sich negativ auf die Bodenfruchtbarkeit, d.h. die Bodenlebewesen und ihre Funktionen auswirkt.

Das Projekt kennt die folgenden drei Schwerpunkte, wobei Teile aus Punkt 1 zur Projektskizze der Nationalen Bodenbeobachtung NABO (18.15.19.4.10_NABO) gehören:

- 1) Mit Hilfe bestehender Betriebsnetze und dem Messnetz der Nationalen Bodenbeobachtung NABO wird untersucht, ob PSM (Menge, Zusammensetzung und Rückstände) im Boden negativ mit der bodenmikrobiellen Biodiversität und gewissen Indikatorarten (Nützlinge wie z.B. Mykorrhiza-Pilze) korreliert sind. Diese Arbeit baut auf schon laufenden oder gerade gestarteten Aufgaben von NABO, inkl. NABObio (vgl. Projektskizze NABO, 18.15.19.4.01_NABO) auf sowie einem kürzlich gestarteten Projekt, in welchem die Bodenbiodiversität in den wichtigsten Schweizer Anbausystemen (Bio, ÖLN, Direktsaat) bestimmt und verglichen wird. Ziel ist es im Boden dieser Betriebsnetze das Vorkommen von PSM (inkl. Glyphosat) zu messen und dies mit bodenmikrobieller Biodiversität zu korrelieren. Daten aus NABObio zu nichtlandwirtschaftlichen Böden erweitern das Set an Referenzwerten.
- 2) Das obenbeschriebene Projekt kann nur zeigen, ob es negative Korrelationen zwischen dem Vorkommen und der Abundanz von PSM (und Derivaten) und Mikroorganismen / Mykorrhiza gibt. Es ist aber nicht möglich zu untersuchen, ob die PSM tatsächlich negative Effekte auf das Bodenleben haben oder ob andere Faktoren (z.B. Landnutzung) für die wahrgenommenen Effekte verantwortlich sind. Auch sind die Zusammenhänge im Boden teilweise komplex (foodwebs) und Mikroorganismen / Mykorrhiza werden auch durch die Aktivität der Bodenfauna (in der Landwirtschaft insbesondere Regenwürmer) beeinflusst. Effekte der PSM sind teilweise transient und Bodenlebewesen erholen sich (Resilienz). Im vorgeschlagenen Projekt wird mit Hilfe eines experimentellen Ansatzes untersucht, ob ausgewählte Bodenlebewesen und Bodenfunktionen (Nährstoffaufnahme) negativ durch PSM beeinflusst werden. Die für die Untersuchung in diesem Projekt erforderlichen PSM, Bodenlebewesen und Bodenfunktionen werden auf Grund der in Projekt 1 wahrgenommenen Zusammenhänge ausgewählt.
- 3) Basierend auf den Resultaten des Projektes soll ein Vorschlag erarbeitet werden, wie im Rahmen der im NAP-PSM verlangten Massnahmen ein Monitoring aussehen müsste, d.h. mit welchen Indikatoren die Bodenfruchtbarkeit und der Einfluss der PSM gemessen werden können. Im weiteren soll ein Bezug hergestellt werden zum Risk Assessment im Rahmen der Zulassung von PSM in Bezug auf die Ökotoxikologie von Bodenlebewesen. Daraus können Erkenntnisse hinsichtlich der Kriterien im Zulassungsprozess gewonnen werden.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 15 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

- 1) die Auswirkungen von PSM auf die Bodenfruchtbarkeit bezüglich bodenbiologischer Eigenschaften werden beurteilt und dem Einfluss von anderen Faktoren der Landbewirtschaftung und der Nutzungsintensität verglichen.
- 2) Zusammenhänge zwischen dem Vorkommen von PSM im Boden und dem Bodenleben, resp. der mikrobiologischen Diversität und deren Funktionen im Boden werden untersucht.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 5: Verbesserung des Wissens über die Umweltrisiken des chemischen PS als Grundlage sowohl für die Zulassung als auch für einen risikoarmen Einsatz in der Praxis. Insbesondere der Schutz der terrestrischen Nichtzielorganismen bedingt eine bessere Risikobewertung

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Material und Methoden (grob skizziert)

Modul 1 (siehe auch Projektskizze Nationale Bodenbeobachtung NABO 18.15.19.4.10_NABO):

Im Rahmen des PSM-Screening im NABO Messnetz werden für typische Fruchtfolgen die für den Boden relevanten PSM-Wirkstoffe hinsichtlich Einsatz und Rückständen untersucht. Es wird fokussiert auf PSM-Wirkstoffe, die mit der derzeitigen Bodenextraktionsmethode gemessen werden können (siehe Chiaia-Hernandez et al. 2017), die häufig appliziert werden und aufgrund ihrer Eigenschaften vermutlich relativ persistent im Boden sind. Im Ergebnis liefert das Screening im NABO Messnetz für dieses Projekt eine Priority List, die aufzeigt welche PSM Wirkstoffe in erster Linie für eine Risikobeurteilung betrachtet werden müssen, und die gemessenen sowie erwarteten Bodenkonzentrationen (PEC) für die untersuchten NABO Standorte. Die Ergebnisse aus dem NABO-Messnetz sollen mit Daten aus anderen Betriebsnetzen so ergänzt werden, dass die Situation zu PSM-Rückständen in Schweizer Fruchtfolgeflächen beurteilt werden kann. Der Umfang dieser ergänzenden Messungen ist vom Umfang an Drittmitteln abhängig.

Modul 2:

Es wird ein experimentelles Design für die Risikobeurteilung von PSM-Rückständen in Böden bestimmt. Dazu werden Bodenorganismen ausgewählt (z.B. Mykorrhiza-Pilze, stickstofffixierende Bakterien oder Regenwürmer), welche negative Zusammenhänge mit bestimmten PSM und PSM Rückstände zeigen. Die ausgewählten Bodenorganismen werden in Töpfe mit wichtigen Acker- oder Gemüsekulturen (z.B. Weizen, Mais, Salat oder Gras-Klee Mischung) ausgebracht und die Töpfe werden mit unterschiedlicher Menge PSM bespritzt (keine PSM, die normale Konzentration (1x), 5x, 10x und 25x der normalen Konzentration). Die Auswahl der relevanten Wirkstoffe wird durch die Ergebnisse des PSM-Screening in Böden in der FG NABO unterstützt. Anschliessend wird untersucht, ob die Abundanz und die Aktivität der Bodenorganismen durch die Menge und die Zusammensetzung der PSM beeinflusst wird. Es gibt Verfahren mit einzelnen PSM und mit Kombinationen (die Auswahl der PSM hängt von der ausgewählten Kultur ab, und diese Kultur wird bestimmt auf Grund einer Literaturanalyse und der Korrelationsanalyse im Modul 1, welche bestimmte PSM als potenziell gefährdend einstufen könnte). Mit Hilfe von Isotopen und sogenannte hyphal bags (Wagg et al. 2014) wird untersucht, ob die Aufnahme von Nährstoffen (Phosphate und Stickstoff) durch PSM beeinflusst wird. Auch wird untersucht, ob die Auswaschung von Nährstoffen (Nitrate) und die Produktion von Lachgas (ein Klimagas) erhöht wird, wenn die Abundanz und die Aktivität von bestimmten Bodenorganismen durch PSM reduziert wird. Experimentelle Ansätze (Manipulation von spezifischen Bodenorganismen) werden benutzt um zu untersuchen ob es kausale Zusammenhänge gibt zwischen dem Verschwinden von bestimmten Bodenorganismen (sogenannte Indikator-Arten) und deren Funktionen. Der oben erwähnte Ansatz (das Zugeben von einzelnen PSM und Kombinationen von mehreren PSM) ermöglicht es auch zu untersuchen, ob PSM alleine oder in Kombination mit anderen PSM wichtige Bodenfunktionen negative beeinflussen. Die Versuche mit experimentellen Systemen in Töpfen sollen mit Versuchen in Freilandböden, einerseits auf Agroscope-Versuchsfeldern und andererseits auf Parzellen der Betriebsnetze ergänzt werden. Der Umfang dieser ergänzenden Messungen ist vom Umfang an Drittmitteln abhängig.

Modul 3:

In einem nächsten Schritt wird dann untersucht ob der Einfluss (Effektgrösse) von PSM auf die Abundanz und Aktivität von Bodenorganismen grösser ist als die natürliche Variabilität ("normal operating range") dieser Organismen (sensu Verbruggen et al. 2012). Ein erster Eindruck der natürlichen Variabilität (verursacht durch Düngung, Bodenbearbeitung, Landnutzung, Bodentyp, usw.) ergibt sich aus Modul 1. Weitere Studien zu den relevanten Interaktionen im Boden, Indikatoren für ein Monitoring und verbesserten Konzepten für die PSM-Prüfung im Zulassungsverfahren der PSM sollen über Drittmittelfinanzierte Projekte durchgeführt werden.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Bender SF, Wagg C, van der Heijden MGA (2016) An underground revolution: Biodiversity and soil ecological engineering for agricultural sustainability. Trends in Ecology and Evolution 31: 440-452.
- BLW 2016: Agrarbericht, 146-150.
- Chiaia-Hernandez AC, Keller A, Wächter D, Steinlin C, Camenzuli L, Hollender J, Krauss M (2017) Long-term Persistence of Pesticides and TP's in Archived Agricultural Soil Samples and Comparison with Pesticide Application. Environmental Science & Technology (in press).
- de Baan et al., 2015: Einsatz von Pflanzenschutzmitteln in der Schweiz von 2009 bis 2012. Agrarforschung Schweiz 6 (2), 48-45.
- Jossi W, et al. 2012. Regenwürmer: Gratisarbeiter im Untergrund. Agridea Merkblatt (www.agridea.ch), in Zusammenarbeit mit UFA-Revue.
- Köhl, L., & van der Heijden, M., (2016). Bauer sucht Pilz – Eine fruchtbare Beziehung. Agridea Merkblatt (www.agridea.ch).
- Nyfeler D, et al. (2011). Grass-legume mixtures can yield more nitrogen than legume pure stands due to mutual stimulation of nitrogen uptake from symbiotic and non-symbiotic sources. Agriculture, ecosystems & environment, 140(1), 155-163.
- Orgiazzi A, et al. (2016). Global soil biodiversity atlas.
- Wagg C., Bender S.F., Widmer F., van der Heijden, M.G.A. (2014) Soil biodiversity and soil community composition determine ecosystem multifunctionality. Proceedings of the National Academy of Sciences USA 111 (14): 5266–5270.
- Verbruggen, E., Kuramae, E., Hillekens, R., De Hollander, M., Kiers, E.T., Rölting, W.F.M., Kowalchuk, G.A., and van der Heijden, M.G.A. (2012) Testing potential effects of maize expressing the Bacillus thuringiensis Cry1AB Endotoxin (Bt Maize) on mycorrhizal fungal communities via DNA- and RNA- based pyrosequencing and molecular fingerprinting. Applied and Environmental Microbiology 78: 7384-7392.

**Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)**

Pflanzenschutzmittel (PSM) werden weitverbreitet eingesetzt. Es ist noch kaum bekannt ob PSM im Boden die Bodenleben und die Bodenfruchtbarkeit negativ beeinflussen, dies obwohl nach neuesten Ergebnissen eine breite Palette an PSM-Rückständen in Böden nachgewiesen wurden. In diesem Projekt wird untersucht, ob PSM sich negativ auf wichtige Bodenfunktionen und das Bodenleben auswirken und wie diese beurteilt werden können.

Pflanzenschutzmittel (PSM) werden weitverbreitet eingesetzt um Krankheiten und Unkraut zu bekämpfen. Neben den beabsichtigten Folgen auf die Zielorganismen können jedoch auch unerwünschte negative Auswirkungen auf Mensch und Umwelt auftreten. Es ist noch kaum bekannt ob PSM im Boden das Bodenleben und wichtige Bodenfunktionen wie Bodenfruchtbarkeit negativ beeinflussen, dies obwohl PSM im Boden nachgewiesen werden. Diesem Projekt hat deshalb vor:

- 1) das bestehende Screening / Monitoring über PSM-Rückstände im Boden in Bezug zu den effektiv eingesetzten PSM zu unterstützen.
- 2) zu untersuchen, ob der Einsatz von PSM sich negativ auf wichtige Bodenfunktionen und die Bodenbiodiversität (inkl. Boden-Nützlinge und zu identifizieren Boden-Indikatoren) auswirken.

Genehmigung des Projektes

Datum: 29.08.2017	Visum FGL: vama
Datum: 10.9.2017	Visum FBL / KBL: baro
Datum: 10.9.2017	Visum V SFF: baro



SFF 16

Vielfalt der Arten und Lebensräume der Agrarlandschaft fördern und nutzen

AutorInnen	Felix Herzog, Michael Winzeler, Willy Kessler
Begleitende WissenschaftlerInnen	Manuel Schneider
Verantwortliche/r BereichsleiterIn	Robert Baur
Research Peer	Felix Herzog

Zusammenfassung

Der Schutz und die Nutzung der Biodiversität ist eine der grössten Herausforderungen der Zukunft. Der Landwirtschaft kommt hier eine zentrale Bedeutung zu, stehen eine produzierende Landwirtschaft und die Biodiversität doch in enger Wechselbeziehung. So ist die Landwirtschaft auf intakte Agrarökosysteme angewiesen und erbringt für diese neben der Produktions- auch Pflegeleistungen. Intakte Agrarökosysteme erbringen ihrerseits wichtige Ökosystemleistungen und tragen zur Erhaltung der Arten- und Habitatvielfalt der Agrarlandschaft bei. In der Realität zeigt sich aber, dass die Erbringung dieser Leistungen durch eine intensive Produktion wie auch durch die Aufgabe von Grenzertragsflächen tangiert wird.

Als Grundlage für die Erarbeitung von Strategien zur Erhaltung der Arten- und Habitatvielfalt gemäss den Zielen des Bundes braucht es ein Monitoring der Biodiversität in der Agrarlandschaft und eine Evaluation der Massnahmen zu ihrer Erhaltung auf den Skalen Parzelle, Betrieb und Landschaft. Darauf aufbauend müssen Ansatzpunkte zur Verbesserung der Effizienz des ökologischen Ausgleichs unter Berücksichtigung des Klimawandels gefunden werden. Gleichzeitig werden Strategien entwickelt, um Ökosystemleistungen wie Bestäubung und Nützlingsförderung zu optimieren und damit die landwirtschaftliche Produktion zu unterstützen.

Ausgangslage und Hintergrund

Die Mehrzahl der Umfeldentwicklungen, welche Landwirtschaft und Ernährung der Schweiz beeinflussen, weisen einen direkten oder indirekten Bezug zur Biodiversität auf. Dies spiegelt sich auch in den Stossrichtungen wieder, mit denen Agroscope einen Forschungsbeitrag für ein nachhaltiges und resilientes Agrar- und Ernährungssystem leisten will. Das SFF 16 trägt insbesondere zu den folgenden Stossrichtungen zur Sicherung eines nachhaltigen, resilienten Agrar- und Ernährungssystems Schweiz¹⁶ bei:

Natürliche Ressourcen und Infrastrukturen als Grundlage für die Produktion sichern

Die traditionelle Kulturlandschaft mit Lebensräumen für wilde Pflanzen und Tiere stellt eine wichtige Dienstleistung der multifunktionellen Landwirtschaft dar. Durch intensivierte Produktion nimmt dieser Beitrag jedoch ab. Der Wert als Naherholungsgebiet und die Erhaltung der wild lebenden Arten müssen sichergestellt werden. Um dazu einen Beitrag zu leisten, bewirtschaftet die Schweizer Landwirtschaft über 10% ihrer Fläche als Biodiversitätsförderflächen (BFF). Hier stellen sich immer wieder Fragen nach Bewirtschaftungsrichtlinien, nach dem notwendigen Anteil an BFF, nach ihrer ökologischen Qualität und nach ihrer Wirkung. Im Berggebiet / Grasland ist es einfacher, die BFF in die Betriebe zu integrieren als im Ackerbau und in Betrieben mit Spezialkulturen. Die Auswirkungen der Anstrengungen der Landwirte zur Erhaltung der Biodiversität müssen sichtbar gemacht werden und ihre Effizienz muss verbessert werden.

Besondere Herausforderungen stellen sich im Berggebiet. Dort fördern der Strukturwandel und der Rationalisierungsdruck die Nutzungsaufgabe von marginalen Standorten und die Intensivierung von Gunstlagen. Beide Prozesse beeinträchtigen die Biodiversität, dazu kommt der vorhersehbare Wandel des Klimas. Es müssen Wege gefunden werden, unter sich ändernden Klimabedingungen die immer noch hohe Biodiversität und gleichzeitig eine produzierende Landwirtschaft zu erhalten.

Erbringung der Ökosystemdienstleistungen sichern

Die Landwirtschaft ist eine wichtige Erbringerin von Ökosystemdienstleistungen («ecosystem services») wie Nahrungsmittelproduktion, Lebensräume für wildlebende Arten, Landschaftsbild, Erholungsraum. Gleichzeitig kann die landwirtschaftliche Produktion Ökosystemdienstleistungen auch mindern, die Artenvielfalt und den Erholungswert durch Habitatverlust und Schadstoffe reduzieren und dadurch die Resilienz der Agrarökosysteme vermindern. Ökosysteme erbringen jedoch nicht nur Dienstleistungen sondern können der Landwirtschaft auch scha-

¹⁶ Grundlegendokument für die Herleitung der Strategischen Forschungsfelder von Agroscope für die Periode 2018–2021

den («ecosystem dis-services») indem der Ertrag durch Schädlinge, Krankheiten, Unkräuter vermindert wird¹⁷. Landwirte und Behörden sind auf Unterstützung aus der Forschung angewiesen, um Produktion und Anbausysteme so auszurichten, dass negative Auswirkungen minimiert und die gewünschten Ökosystemdienstleistungen in der gesellschaftlich erwünschten Zusammensetzung erbracht werden können. Bestäuber und Nutzinsekten unterstützen die landwirtschaftliche Produktion. Die Agrarlandschaft muss so ausgestaltet sein, dass diese Organismen zur rechten Zeit am richtigen Ort ihre Dienstleistung erbringen können. Dazu tragen sowohl halbnatürlichen Lebensräume als auch BFF bei. Hier muss noch viel Systemwissen erarbeitet werden um diese Interaktionen zu verstehen und gezielt beeinflussen zu können. Die Untersuchung der funktionellen Biodiversität trägt dazu bei zu verstehen, wie für das Agrarökosystem relevanten funktionellen Gruppen auf Veränderungen der Umwelt reagieren, wie sie interagieren und wie sie beeinflusst werden können um die landwirtschaftliche Produktion zu unterstützen.

Wettbewerbsfähigkeit durch nachfrage-orientierte Inwertsetzung der Qualität verbessern

Zur «Swissness» von Landwirtschaftsprodukten gehört auch ihre naturnahe Produktion (z.B. Werbung mit Biodiversitätspunkten durch IP-Suisse und Bio Suisse). Diese naturnahe Produktion muss glaubhaft und nachweisbar sein und die Arten- und Habitatvielfalt muss im Rahmen einer Gesamtbewertung der Produktion adequat berücksichtigt werden können. In einer solchen Bewertung sind nicht nur die Artenvielfalt auf den Produktionsparzellen sondern insbesondere die Biodiversitätsleistungen auf Betriebsebene zu berücksichtigen¹⁸.

Eine sichere («safety») und gesunde Ernährung gewährleisten

Die Belastung von Umwelt und Lebensmitteln mit Pestizidrückständen muss weiter reduziert werden. Dies kann unter anderem dadurch erreicht werden, dass natürliche Regulierungsmechanismen und natürliche Antagonisten gestärkt werden, so dass weniger Pflanzenschutzmittel eingesetzt werden müssen¹⁹. Artenreiche Ackerkulturen und Graslandbestände sind auch anpassungsfähiger gegenüber Klimaschwankungen²⁰. Damit wird ein Beitrag zur Stossrichtung Systemische Risiken reduzieren und die Anpassungsfähigkeit fördern geleistet.

Nationales und internationales Forschungsumfeld

Der Wandel der Biodiversität ist eine der grössten Herausforderungen der Zukunft, da von Organismen und ihrer Diversität die Produktivität der Ökosysteme²¹ sowie die Ernährung, Gesundheit und Lebenserwartung der Menschen direkt abhängen²². Die landwirtschaftliche Biodiversität umfasst dabei nicht nur Nutzpflanzen und -tiere sondern auch die unzähligen wildlebenden Pflanzen, Tiere und Mikroorganismen, die Ökosystemdienstleistungen erbringen, auf welche die Landwirtschaft und die Gesellschaft angewiesen sind. Mit dem Millennium Ecosystem Assessment²³ hat das Bewusstsein für die Bedeutung der Biodiversität für (Land-)Wirtschaft und Gesellschaft stark zugenommen. Die Ziele der Biodiversitätskonvention²⁴ und – darauf aufbauend – der Europäischen Union²⁵ sind, den Verlust von Biodiversität und Ökosystemdienstleistungen bis 2020 massgeblich zu reduzieren bzw. zu halbieren. So bezieht sich das Arbeitsprogramm von Horizon 2020 im Bereich Food Security, Sustainable Agriculture and Forestry, Marine, Maritime and Inland Water Research and the Bioeconomy bereits im ersten Absatz explizit auf Ökosystemdienstleistungen und Biodiversität: «The objective is to contribute to securing sufficient supplies of safe, healthy and high quality food and other bio-based products, by (...) fostering related ecosystem services and the recovery of biological diversity (...)»²⁶. Um dieses Oberziel zu erreichen wird viel Systemwissen benötigt (welche Arten erbringen welche Leistungen, wie sind die Interaktionen unter den Arten, mit der Bewirtschaftung, im Landschaftskontext). Gleichzeitig gibt es auch Forschungsthemen mit direktem Anwendungsbezug, die jetzt und in Zukunft relevant sein werden:

- Die «Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services – IPBES»²⁷ hält fest, dass die Kenntnisse über den Zustand und die Entwicklung der Biodiversität ungenügend sind. Gefragt sind zuverlässige und kosten-

17 Zhang, W., Ricketts, T.H., Kremen, C., Carney, K. & Swinton, S.M. (2007) Ecosystem services and dis-services to agriculture. *Ecological Economics*, 64, 253–260.

18 Schneider, M. K. *et al.* (2014) Gains to species diversity in organically farmed fields are not propagated at the farm level. *Nature Communications* 5, 4151

19 Tschumi *et al.* (2015) High effectiveness of tailored flower strips in reducing pests and crop plant damage. *Proc. R. Soc. B* 282:20151369.

20 Vogel, A., Scherer-Lorenzen, M., & Weigelt, A. (2012) Grassland resistance and resilience after drought depends on management intensity and species richness. *PloS one*, 7(5), e36992.

21 Tilman D, Reich P B and Isbell F 2012 Biodiversity impacts ecosystem productivity as much as resources, disturbance, or herbivory. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 109, 10394–10397.

22 Perrings C. (2014) *Our common heritage*. Cambridge University Press, 522 S.

23 MA (2005) *Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and human wellbeing: Current state and trends*. Island Press, Washington DC.

24 CBD (no date) *Convention on Biological Diversity*. <http://www.cbd.int/>

25 European Commission (2016) *EU Biodiversity Strategy to 2020 – towards implementation*. <http://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/comm2006/2020.htm>

26 European Commission (2015) *Horizon 2020 – Food security, sustainable agriculture and forestry, marine and maritime and inland water research and the bioeconomy* http://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2014_2015/main/h2020-wp1415-food_en.pdf

27 <http://www.ipbes.net/>

effiziente Indikatoren- und Monitoringsysteme, aus denen Handlungsempfehlungen für Politik und Wirtschaft abgeleitet werden können und mit denen die Erreichung von Schutzziele überprüft werden kann.

- Die Landwirte in der EU sind seit letztem Jahr angehalten, 5% ihrer Betriebsfläche als «Ecological Focus Areas (EFA)» zu bewirtschaften – ähnlich wie die BFF in der Schweiz seit Ende der 90er Jahre. Die «European Innovation Partnership» zu Landwirtschaftlicher Produktivität und Nachhaltigkeit²⁸ hat dazu eine Fokusgruppe eingesetzt. Es gibt zunehmend Forschungs- und Evaluationsbedarf zu den EFA, hier kann Agroscope seine Erfahrungen aus jahrelanger Arbeit mit BFF einbringen.
- «Conservation Biocontrol» ist eine der Strategien, um den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln zu reduzieren, indem Lebensräume erhalten oder geschaffen werden, welche die natürlichen Feinde von Schadorganismen fördern. In mehreren laufenden EU-Projekten²⁹ wird die Rolle von halbnatürlichen Lebensräumen zur Förderung von Nützlingen untersucht und auch in Horizon 2020 ist ein entsprechendes Thema ausgeschrieben.
- Die Sicherung der Bestäubungsleistung wurde in den letzten Jahren als dringendes Forschungsthema erkannt (Berichte des Wissenschaftlichen Beirats der Europäischen Akademien und der Schweizerischen Akademie für Naturwissenschaften³⁰). Dabei geht es nicht nur um die Honigbiene sondern auch um Wildbienen und andere Bestäuber. Neue Metaanalysen unter Beteiligung von Agroscope zeigen, dass diese einen ähnlich grossen Beitrag zur Bestäubung und damit zur Ernährungssicherheit leisten wie die Honigbiene³¹. Noch ist aber wenig bekannt zur Biologie dieser Arten, zu ihren Lebensraumsansprüchen und zu ihrer Reaktion auf Belastungen durch Pflanzenschutzmittel und Krankheiten / Parasiten.
- Eine aktuelle Forschungs- und Entwicklungsrichtung in Frankreich, Deutschland und der Schweiz betrifft die Entwicklung von Blühstreifen³². Dabei handelt es sich in gewisser Weise um eine Weiterentwicklung des Ansatzes der «Conservation Biocontrol» mit spezieller Anwendung im Acker- oder Gemüsebau. Durch diese neuen Elemente können sowohl Nützlinge als auch Bestäuber gefördert werden.
- Die multifunktionellen Leistungen von artenreichem Grünland sind in den letzten Jahren europaweit in den Fokus der landwirtschaftlichen und ökologischen Forschung getreten³³. Die Bewirtschaftung, Erhaltung und Neuanlage von artenreichem Grasland an diversen Standorten und Höhenlagen ist in vielen der umliegenden Länder ein Forschungsthema³⁴.
- In allen europäischen Berggebieten steht speziell die Entwicklung kostengünstiger und arbeitssparender Strategien zur Erhaltung extensiver Graslandflächen im Vordergrund. In einer europaweiten Beurteilung durch die European Environment Agency wurde die abnehmende oder fehlende landwirtschaftliche Nutzung (Beweidung und Schnitt) als Top-Gefahr für die Habitat- und Artenvielfalt identifiziert³⁵. Die Schweiz hat den Nutzungsrückgang an Grenzertragslagen mit der Einführung der Sömmerungsbeiträge und Biodiversitätsbeiträge im Sömmerungsgebiet dämpfen können³⁶. Ganz wird die Nutzungsaufgabe und Wiederbewaldung jedoch nicht zu vermeiden sein. Hier besteht Forschungsbedarf, um die lokale Bevölkerung bei der Offenhaltung und der Priorisierung der verschiedenen Strategien zu unterstützen.
- Parallel zur Nutzungsaufgabe verläuft im Berggebiet die Nutzungsintensivierung an Gunstlagen, wiederum in den umliegenden Ländern weit stärker als in der Schweiz³⁷. Dennoch kann auch hierzulande an Gunstlagen eine stetige Intensivierung der Landnutzung beobachtet werden, ausgelöst durch Fortschritte in der Mechanisierung der Futterwerbung und der Anbautechnik (Silobereitung, Vollgülle-Systeme, Wiesenbewässerung)³⁸. Aus Sicht einer möglichst hohen Produktivität aus dem hofeigenen Futter ist die intensive Nutzung guter Flächen sinnvoll, allerdings müssen die negativen Auswirkungen auf die Habitat- und Artenvielfalt durch gezielte Massnahmen ausgeglichen werden. Hier besteht auch im schweizerischen Berggebiet grosser Forschungsbedarf über die gezielte Anlage und Ausgestaltung von BFF.
- Alle Fragen sind zentral mit dem landwirtschaftlichen Betrieb verbunden. Die Bewirtschaftung von Einzelflächen erfolgt immer eingebunden in die Betriebsabläufe und ist somit von der Betriebsausrichtung und vom Zustand

28 <https://ec.europa.eu/eip/agriculture/en/content/EIPAGRIabout>

29 Liberation <http://www.fp7liberation.eu/>, QuESSA <http://www.quesa.eu/> (Agroscope ist Partner)

30 http://www.easac.eu/fileadmin/Reports/Easac_15_ES_web_complete_01.pdf, http://www.easac.eu/fileadmin/Reports/Easac_15_ES_web_complete_01.pdf

31 Kleijn D. *et al.* (2015) Delivery of crop pollination services is an insufficient argument for wild pollinator conservation. *Nature Communications* DOI: 10.1038/ncomms8414; Rader R. *et al.* (2015) Non-bee insects are important contributors to global crop pollination. *PNAS* 113(1), 146 – 151. doi/10.1073/pnas.1517092112

32 Ministère de l'agriculture <http://agriculture.gouv.fr/bandes-enherbees-etou-fleuries>, Ministerien mehrerer Bundesländer in Deutschland

33 Z.B. Gerowitt B. *et al.*, 2013: Biodiversität im Grünland – unverzichtbar für Landwirtschaft und Gesellschaft. Stellungnahme des Wissenschaftlichen Beirats für Biodiversität und Genetische Ressourcen beim Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz.

34 MultiSward <http://www.multisward.eu> (Agroscope ist Partner); Horizon 2020 topic SF5-27-2017

35 European Environment Agency (2015) State of nature in the EU <http://www.eea.europa.eu/publications/state-of-nature-in-the-eu>

36 Flury, C., Huber, R. & Tasser, E. (2013) in *The Future of Mountain Agriculture* (ed. Mann, S.) 105–126 (Springer Berlin),

37 Marini, L., Klimek, S. & Battisti, A. (2011) Mitigating the impacts of the decline of traditional farming on mountain landscapes and biodiversity: a case study in the European Alps. *Environmental Science & Policy* 14, 258–267

38 Graf, R., Müller, M., Korner, P., Jenny, M. & Jenni, L. (2014) 20% loss of unimproved farmland in 22 years in the Engadin, Swiss Alps. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 185, 48–58

anderer Flächen beeinflusst. Auch auf die Erhaltung der Arten- und Habitatvielfalt ausgerichtete Flächen müssen genutzt werden und in den Landwirtschaftsbetrieb eingebunden sein. So müssen z.B. die für extensive Weidpflege notwendigen robusten Tiere auch im Winter gehalten werden und das Erntegut extensiver Wiesen muss verwertet werden können.

- Die Erhaltung der Arten- und Lebensraumvielfalt hat einen starken Raumbezug. Nicht alle Standorte haben das gleiche Potential für die Artenvielfalt und Flächen beeinflussen sich gegenseitig, da lokale Populationen im Austausch miteinander stehen. Die gezielte Anordnung von BFF mit dem Ziel einer Vernetzung der Lebensräume verhindert die räumliche Isolation und erhöht die Vitalität von Populationen³⁹. Allerdings können von der Anordnung der BFF rationelle Arbeitsabläufe behindert werden, was eine sorgfältige Kosten-Nutzenabwägung verlangt.
- Neue Technologien werden weltweit in immer grösserem Massstab in der landwirtschaftlichen Produktion eingesetzt. Pflanzen, die biotechnologisch hergestellt wurden, tragen z.B. Resistenzen gegen wichtige Pathogene oder Schädlinge, oder Toleranzen gegenüber Umweltstress. Welchen Beitrag neue Technologien für eine nachhaltige Intensivierung der Landwirtschaft und somit für einen Erhalt der Agrarbiodiversität leisten könnten, wird in Europa und auch in der Schweiz derzeit wenig diskutiert.

Ausgehend von diesem Überblick sind die drei wichtigsten Fragen, die sich national und international zur Thematik des SFF stellen:

- Frage 1: Wie kann die Arten- und Lebensraumvielfalt in landwirtschaftlich intensiv genutzten Gunstlagen gezielt erhalten und gefördert werden (Existenzwert)?
- Frage 2: Wie kann die Arten- und Lebensraumvielfalt gezielt für die Landwirtschaft genutzt werden, z.B. für die Bestäubung oder mittels resilienten Anbausystemen (Nutzwert)?
- Frage 3: Wie können ökologisch wertvolle Lebensräume kostengünstig und arbeitssparend in den produzierenden Landwirtschaftsbetrieb integriert werden (Betriebswert)?

Stellung und Positionierung von Agroscope im Forschungsfeld

Die Forschung von Agroscope ergänzt die internationalen und nationalen Untersuchungen in folgender Weise:

1. Durch die kontinuierliche Beteiligung an Projekten der EU-Forschungsrahmenprogramme (seit FP5) fliessen die Erkenntnisse zu den Zusammenhängen zwischen Landwirtschaft und Arten- und Lebensraumvielfalt aus unseren Nachbarländern in die nationale Forschung ein und werden auch den Behörden und Landwirten der Schweiz zugänglich gemacht.
2. Die Forschung an Agroscope ist langfristig ausgelegt, deshalb ist Agroscope Auftragnehmer für das Monitoringprogramm ALL-EMA (gemeinsamer Auftrag von BLW und BAFU). Anpassungsprozesse in extensiven Ökosystemen verlaufen oft langsam und verlangen nach langjährigen Versuchen (>10 Jahre), welche nur im Rahmen der langfristigen Finanzierung von Agroscope durchgeführt werden können.
3. Einzelne Hochschulen leisten gezielt Beiträge zu bestimmten Fragestellungen (z.B. HAFL zu Blühstreifen im Ackerbau, FiBL zu Blühstreifen im Gemüsebau, Universität Bern zu BFF im Grasland, Universität Freiburg zu BFF im Ackerbau). Agroscope beschäftigt sich mit dem ökologischen Ausgleich als Gesamtsystem, bündelt die einzelnen Initiativen und Ergebnisse (z.B. Forschungsplattform Blühstreifen mit Agroscope, HAFL, FiBL, SBV) und stellt sie Behörden und Landwirten zur Verfügung.
4. Die Forschung von Agroscope hat immer den Bezug zur landwirtschaftlichen Produktion, z.B. durch die Förderung von Bestäubern und Nützlingen mit BFF, durch das Verständnis der Zusammenhänge zwischen Bewirtschaftungsmassnahmen, Betriebswirtschaft und Biodiversität (Wirkungsmodell als Methode in Ökobilanzen).
5. Die disziplinäre Breite von Agroscope fördert interdisziplinäre Forschungsarbeiten, welche für die Bearbeitung der komplexen Fragen der Arten- und Habitatvielfalt notwendig sind, speziell die Integration von Schutz- und Nutzzielen in den landwirtschaftlichen Betrieb.⁴⁰ Damit hebt sich Agroscope von den streng disziplinär ausgerichteten Instituten der Universitäten ab.
6. Agroscope hat durch die enge Zusammenarbeit mit Agridea und der AGFF einen direkten Zugang zur landwirtschaftlichen Praxis. Agroscope nimmt damit Anliegen aus der Praxis auf und stellt eine rasche Umsetzung von wissenschaftlichen Erkenntnissen in der Praxis sicher.
7. Forschung zu neuen Technologien in der Landwirtschaft ging im Europäischen Umfeld in den letzten Jahren stark zurück. Die zukunftsgerichtete Forschungsaktivität und Kompetenz bei Agroscope zu Chancen und Risiken von biotechnologisch hergestellten Pflanzen bezüglich Nützlingen wird international wahrgenommen.

Wissenschaftliche Ziele und Forschungsfragen

Dieses SFF verfolgt drei Ziele:

1. Monitoring der Biodiversität in der Agrarlandschaft und Evaluation der Massnahmen zu ihrer Erhaltung auf den Skalen Parzelle, Betrieb und Landschaft.

³⁹ Lindenmayer, D.B. and Fischer, J. (2006) Habitat fragmentation and landscape change: an ecological and conservation synthesis. Island Press.

⁴⁰ z.B. www.alpfutur.ch; www.biobio-indicator.org

2. Entwicklung von Strategien zur Förderung von Nutzorganismen (z.B. Bestäuber, Antagonisten, Destruenten), artenreicher Bestände und Anbausysteme, welche Ökosystemdienstleistungen erbringen.
3. Verbesserung der Effizienz des ökologischen Ausgleichs und von Bewirtschaftungsmassnahmen auf Parzellen- und Betriebsebene zur Erreichung der Umweltziele Landwirtschaft und zur Unterstützung der Biodiversitätsstrategie des Bundes unter Berücksichtigung des Klimawandels.

Daraus leiten sich die folgenden Forschungsfragen ab:

1. Monitoring der Biodiversität
 - 1.1 Wie kann ein Monitoring kostengünstig und effizient gestaltet werden, so dass ein grosser Mehrwert für Behörden und Landwirtschaft entsteht (Entscheidungsgrundlagen)?
 - 1.2 Welche Indikatoren können aus den gegenwärtig erhobenen Daten abgeleitet werden? Wie können Synergien geschaffen werden zwischen ALL-EMA, BDM, Arealstatistik, Brutvogelmonitoring Schweiz, AGIS-Datenbank?
 - 1.3 Mit welchen Biodiversitätsindikatoren (zusätzliche faunistische Gruppen) kann das bestehende Agrarumweltmonitoring ergänzt werden?
 - 1.4 Mit welchen neuen Messtechniken (Fernerkundung, automatisierte Erhebungen, Labormethoden wie Metagenomics) kann das Kosten-Nutzen-Verhältnis von ALL-EMA verbessert werden?
 - 1.5 Wie kann die Biodiversität als Wirkungskategorie in Ökobilanzen besser abgebildet werden?
2. Förderung von Nutzorganismen und Ökosystemdienstleistungen
 - 2.1 Wie müssen Blühstreifen im Ackerbau ausgestaltet sein, so dass Bestäuber und Prädatoren gezielt gefördert werden und haben Blühstreifen und andere BFF eine Wirkung auf den Ertrag von Kulturpflanzen?
 - 2.2 Ist die Bestäubung der Kulturpflanzen gesichert, welche auf Insektenbestäubung angewiesen sind?
 - 2.3 Welche Ansprüche haben Bestäuber und Nützlinge an die Raumausstattung der Agrarlandschaft, damit sie ihre Ökosystemdienstleistung in den landwirtschaftlichen Kulturen erbringen können?
 - 2.4 Welche Ökosystemdienstleistungen erbringen BFF und Grenzertragsstandorte?
 - 2.5 Wie können mit neuen Kulturen und Anbausystemen (z.B. Körnerleguminosen, Agroforstsysteme) verstärkt Ökosystemdienstleistungen erbracht werden?
 - 2.6 Welche Chancen und Risiken ergeben sich durch neue Technologien (z.B. Biotechnologie) oder den Einsatz von Makroorganismen im Pflanzenschutz für Ökosystemleistungen und insbesondere die Biodiversität?
3. Verbesserung des ökologischen Ausgleichs
 - 3.1 Wie kann der ökologische Ausgleich weiterentwickelt werden und wie können Graslandbestände gezielt aufgewertet werden, so dass ein grösserer Anteil von Umwelt-Ziel- und Leitarten erhalten und gefördert wird?
 - 3.2 Welche Bedeutung haben schädliche Pflanzen (z.B. invasive Neophyten, Giftpflanzen) im Grasland und auf Biodiversitätsförderflächen?
 - 3.3 Wie kann die Biodiversität des Graslandes im Berggebiet erhalten werden, und welche Auswirkungen haben neue Bewirtschaftungsmethoden (Bewässerung, Silobereitung, Laubbläser, usw.) sowie der Klimawandel?
 - 3.4 Wie müssen BFF, Ackerflächen und Graslandbestände unterschiedlicher Intensität räumlich angeordnet sein, damit die Arten- und Habitatvielfalt optimal gefördert wird?
 - 3.5 Wie lassen sich die Futterpräferenzen und das Bewegungsverhalten verschiedener Weidetiere kombinieren, um die Erhaltung der Arten- und Habitatvielfalt mit einer wirtschaftlichen landwirtschaftlichen Produktion zu kombinieren?

Praktischer Nutzen der Aktivitäten im Forschungsfeld und wichtigste Outcomes

- Biodiversitätsmonitoring ALL-EMA: Sichtbarmachen der Leistungen der Landwirtschaft zur Erhaltung der Biodiversität auf den Betrieben und damit Rechtfertigung der ökologischen Direktzahlungen, Überprüfung der Erreichung der Umweltziele Landwirtschaft, Wirkung von BFF zur Stabilisierung der Biodiversität in der Agrarlandschaft, Früherkennung unerwünschter Entwicklungen, Daten- und Forschungsinfrastruktur für gezielte Untersuchungen zu Ursachen-Wirkungsbeziehungen.
- Saatmischungen zur Förderung von Nützlingen im Getreide- und Kartoffelbau: Entwicklung der Mischungen zur Marktreife in Zusammenarbeit mit Samenfirmen, Prüfung von Saatmischungen bezüglich der Zielerreichung z.Hd. BLW.
- Erarbeitung und Bereitstellung von Beratungsgrundlagen für die Anlage und die Bewirtschaftung von BFF: z.B. Graserntetechnik, Heubläser, Wiesenbewässerung, Unkrautbekämpfung.
- Erarbeitung von Richtlinien für die Optimierung von Ökosystemdienstleistungen: Förderung von Wildbienen zur Sicherstellung der Bestäubung von Kulturen, Förderung von Nützlingen durch Anlage und gezielte Ausgestaltung von halbnatürlichen Lebensräumen.
- Ansaatmischungen für die Anlage artenreicher Wiesen und die standortgerechte Begrünung in Hochlagen: Entwicklung von Standardrezepturen und Ausarbeitung von Beratungsunterlagen für die Neu- und Wiederanlage.

- Beweidungsstrategien für Grenzertragslagen: Ausarbeitung von Beratungsunterlagen für die Weideführung und Weidepflege, praktische Empfehlungen zum gezielten Einsatz verschiedener Weidetierarten, Quantifizierung der Trade-offs zwischen der Biodiversitätserhaltung und landwirtschaftlicher Produktion als Grundlage für die Ausarbeitung von Förderinstrumenten durch Bund und Kantone.

Was ist neu im Forschungsfeld?

Untersuchungen zu funktioneller Biodiversität und zu Ökosystemdienstleistungen der Landwirtschaft (hier verstanden als «services» und «dis-services») sind international in den letzten Jahren verstärkt worden. Agroscope engagiert sich hier bereits stark und wird diese Forschungsrichtung weiter verstärken. Hier ist noch viel Grundlagenarbeit zu leisten, sowohl konzeptionell (im Bereich Ökosystemdienstleistungen) als auch in Bezug auf das Systemwissen (Biologie von Nutzorganismen wie Wildbienen, Prädatoren). Gleichzeitig sind bereits jetzt Anwendungen für die Praxis gefordert. Das SFF wird die Verbreitung von Blühstreifen als BFF in der Landwirtschaft begleiten und die Saatmischungen gemeinsam mit Saatgutproduzenten laufend verbessern. Für marginale Standorte im Berggebiet stellen sich neue Fragestellungen durch den Klimawandel und den technischen Fortschritt. Möglicherweise werden solche Standorte in Zukunft für die Futterproduktion wieder wichtiger, da sie tendenziell von Sommerdürre weniger betroffen sind als Standorte im Talgebiet. Hier stellen sich Fragen zur Entwicklung von Produktivität, Futterqualität und Artenvielfalt im Zusammenspiel von Bewirtschaftung und klimatischen Einflüssen.

Um die oben genannten Fragen anzugehen werden im SFF verstärkt neue Methoden entwickelt und genutzt. Beispiele sind:

- Möglichkeiten der Fernerkundung mit Drohnen (z.B. für Lebensraumkartierung als Alternative zur Kartierung im Feld, «Flower mapping», Ansprache der Bestandeszusammensetzung im Grasland, Verbisschäden an Sträuchern durch Weidetiere, ...);
- Genetische Analysen (meta-genomics) und Pollenanalysen zur Untersuchung der Interaktionen zwischen Bestäubern / Prädatoren und Wild- und Nutzpflanzen;
- Bedeutung von Wildbienen für die Bestäubung von Kulturen im Spannungsfeld von Nahrungsstress, Belastung durch Pestizide, Krankheiten, Interaktionen zwischen Wildbienenarten und mit Honigbienen.

Im SFF sind Beteiligungen an Forschungsanträgen beim SNF und bei Horizon 2020 vorgesehen zu Themen wie:

- Bienengesundheit (Wildbienen);
- Förderung von Ökosystemdienstleistungen (Bestäuber, Nützlinge) durch Blühstreifen und halbnatürliche Lebensräume;
- Ökosystemdienstleistungen von Körnerleguminosen.
- Multifunktionalität von Graslandökosystemen
- Interaktionen von biotechnologisch erzeugten Pflanzen mit Nützlingen

Im Jahr 2019 wird die Ersterhebung von ALL-EMA abgeschlossen. Im Vorfeld werden Auswertungen und Indikatoren getestet (Einbezug von Daten anderer Monitoringprogramme) und die Interpretation und Kommunikation vorbereitet.

Positionierung des SFF im Dreieck «Markt für Primärprodukte», «Betrieb» und «Ressourcen für die Produktion»

SFF 16 gehört in die Mitte zwischen die Pole «Ressourcen für die Produktion» und «Betrieb», denn die Erbringung von Ökosystemdienstleistungen zur Unterstützung der Produktion ist eng mit der Biodiversität verknüpft.

Indem die Betriebe durchschnittlich 10% der Betriebsfläche als BFF bewirtschaften, erbringen sie zudem eine namhafte Leistung zur Erhaltung der Biodiversität: Das ist der einzige Bereich des Ressourcenschutzes, in dem die Landwirtschaft einen Mehrwert schafft (Lebensraum für wildlebende Arten), während es bei den anderen Bereichen des Ressourcenschutzes v.a. um die Minderung von unerwünschten Auswirkungen geht (Belastung der Umwelt mit Nährstoffen, Treibhausgasen, PSM, Geruchsemissionen, usw.).

Das SFF 16 strahlt auch auf die beiden Achsen des Dreiecks aus:

- Nachhaltige, ressourcenschonende Produktion. Diese steht bei der Graslandnutzung im Vordergrund. Auch die Forschung zu BFF versucht, die Wirkung dieser Elemente auf die Produktion zu optimieren (Nützlingsblühstreifen).
- Resilienz, Umweltmanagement und Bereitstellung von Agrarökosystemdienstleistungen. Diversität von Arten und Lebensräumen erhöht die Resilienz von Agrarökosystemen. Die Forschung im SFF 16 widmet sich dem Trade-off – und den Synergien – zwischen der Erhaltung von Arten und Lebensräumen und der landwirtschaftlichen Produktion.

Inhaltliche Schnittstellen zu den weiteren Forschungsfeldern

Das SFF 16 befasst sich mit allen Komponenten der Biodiversität (genetische Vielfalt, Artenvielfalt, Habitatvielfalt und Funktionsvielfalt) konzentriert sich dabei jedoch auf die Makroorganismen. Die SFF 15 «Den Boden schützen und standortgerecht nutzen» und 8 «Die mikrobielle Biodiversität für die Land- und Ernährungswirtschaft nutzbar machen» befassen sich mit der Diversität von Mikroorganismen und ihrer Funktionen, wie z.B. der Förderung der Bodenfruchtbarkeit oder der Schädlingsregulierung.

- **SFF 15** «Den Boden schützen und standortgerecht nutzen»: Die Biodiversität im Boden stellt eine zentrale Komponente der Bodenfruchtbarkeit dar. Die Bodenbearbeitung beeinflusst die Biodiversität im Boden, wie auch Flora und Fauna an der Oberfläche.
- **SFF 14** «Nachhaltigkeit und Ökoeffizienz der Landwirtschaft bewerten und Verbesserungsmöglichkeiten aufzeigen»: Die Nachhaltigkeitsbewertung beinhaltet eine Wirkungsabschätzung landwirtschaftlicher Massnahmen auf die Biodiversität. Die verwendete Methode muss optimiert und breiter abgestützt werden (z.B. Betriebstypen, Regionen, Höhenlagen).
- **SFF 17** «Die Landwirtschaft für den Klimawandel fit machen und ihren Beitrag zum Klimawandel vermindern»: Der Klimawandel beeinflusst Nutz- und Schadorganismen sowie die Eignung der Landwirtschaftsflächen als Lebensraum für die wildlebenden Arten generell. Anpassungsmassnahmen an den Klimawandel beeinflussen die Arten- und Habitatvielfalt.
- **SFF 1** «Multifunktionale Graslandnutzung und Viehhaltung optimieren und aufeinander abstimmen»: Die Multifunktionalität von Graslandsystemen schliesst die Arten- und Lebensraumvielfalt mit ein. Die abgestufte Bewirtschaftungsintensität ist ein zentrales Element einer nachhaltigen Bewirtschaftung und beinhaltet auch BFF. Im intensiven Futterbau kommen artenreiche Ansaatmischungen zum Einsatz.
- **SFF 2** «Ressourceneffiziente Anbaumethoden und -systeme für den Ackerbau und die Spezialkulturen entwickeln»: Resiliente Anbausysteme basieren auf einer intakten Biodiversität. Es werden Blühstreifen als integraler Anteil von Anbausystemen im Ackerbau entwickelt.
- **SFF 5** «Nachhaltigen, risikoarmen Pflanzenschutz entwickeln»: Die Kenntnis des Beitrags von halbnatürlichen Lebensräumen als Reservoir von Nutzinsekten und ihre gezielte Förderung durch Blühstreifen soll mithelfen, die Anwendung von Pflanzenschutzmitteln zu reduzieren.
- **SFF 8** «Die mikrobielle Biodiversität für die Land- und Ernährungswirtschaft nutzbar machen»: Die mikrobiellen Gemeinschaften (Mikrobiome) im Boden sind in einem direkten Zusammenhang mit der oberirdischen Biodiversität zu betrachten.
- **SFF 13** «Potenziale erkennen, um die Wettbewerbsfähigkeit der Landwirtschaftsbetriebe zu verbessern»: Konzepte zur Förderung der Biodiversität müssen auf Betriebsebene umgesetzt werden. Die dadurch entstehenden Kosten und der Nutzen müssen betriebswirtschaftlich quantifiziert werden. Konzepte und Massnahmen zur Förderung der Biodiversität werden nur umgesetzt, wenn sie auch wirtschaftlich tragbar sind.

Bestehende und neu geplante Zusammenarbeiten mit anderen Forschungsinstitutionen

- WSL: Zusammenarbeit zu Fernerkundung / Blütenkartierung mit Luftaufnahmen (Drohne). Gemeinsame Akquisition von Drittmitteln zur Bewertung der Intensivierung der Landwirtschaft geplant.
- EPFS / WSL: Ökophysiologie und funktionelle Ökologie.
- AGFF: Ableitung praxisnaher Empfehlungen, On-farm Netzwerk
- Laufende FP7 Projekte: Partnerschaft mit Institutionen aus praktisch allen Europäischen Ländern in den laufenden Projekten www.queessa.eu, www.agforward.eu.
- Horizon 2020: Agroscope ist Partner in mehreren Konsortien, die Projekte vorbereiten (u.a. zu Bienengesundheit, Dauergrasland, Bewertung von Low-Input Anbausystemen, Agrar-Umweltmassnahmen).
- Forschungsplattform Blühstreifen mit HAFL, FiBL, SBV.
- CSCF: Deutschschweizer Antenne des Centre Suisse de la Cartographie de la Faune
- FAO Network on Mountain Pastures: Regelmässige Treffen für den Wissensaustausch und der Ausarbeitung von Anträgen
- FAO International Pollinator Initiative: Erarbeitung eines Konzeptes.
- Universität Landau-Koblenz: Gemeinsame Bearbeitung des SNF/DFG-Projektes «FRAGMENT III» (Lead-Agency SNF).
- CAAS Peking / USDA-ARS: Erarbeitung von funktionellen Zusammenhängen von GV Pflanzen, Herbivoren und Nützlingen und deren Risikobewertung.



Projekte des SFF 16:
Vielfalt der Arten und Lebensräume der Agrarlandschaft fördern und nutzen

Projets du CSR 16:
Conservation et exploitation de la diversité des espèces et des habitats du paysage rural

18.16.19.06.01	Monitoring der Biodiversität in der Agrarlandschaft
18.16.19.06.03	Grundlagen und Massnahmen zur Erreichung der Umweltziele Landwirtschaft im Bereich Arten und Lebensräume
18.16.19.06.03	Landschaftsleistungen der Landwirtschaft erfassen und bewerten
18.16.19.06.04	Agrarökologische Systemforschung für die Reduktion von Pflanzenschutzmittelanwendungen im Ackerbau
18.16.19.06.05	Sicherung von Bestäubungsleistungen durch gezielte Förderung von Wild- und Honigbienen
18.16.19.08.01	Chancen und Risiken neuer Züchtungstechnologien für die funktionelle Biodiversität von Arthropoden
18.16.19.08.02	Natürliche Schädlingsregulation in Dauerkulturen



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.16.19.06.01

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

ALL-EMA

Nr. Bereich.

19

Agrarökologie und Umwelt

Nr. Gruppe

19.6

Agrarlandschaft und Biodiversität

Projektleitung/Stellvertretung

Gabriela Hofer / Eliane Meier

Projektdauer

Projektstart

Projektende

35 Jahre

2015

2050

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	768
Beitrag zu SFF	16
Beitrag zu weitem SFF	1, 14

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	2.89, 3.62, 9.6, 9.7, 9.8, 13.8, 28.19, (28.41), 28.33, 28.44, 28.50
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Monitoring der Biodiversität in der Agrarlandschaft und Analyse von Einflussgrößen

Monitoring der Biodiversität in der Agrarlandschaft

Monitoring of farmland biodiversity and analysis of driving forces

Keywords: agriculture, monitoring, indicators, habitats, species, agro-environmental measures, ecological focus areas, policy evaluation

Ausgangslage und Problemstellung

Die Landwirtschaft ist stark mit wildlebenden Arten verknüpft und abhängig von Ökosystemdienstleistungen wie Bestäubung und Bodenfruchtbarkeit. Diese Interaktionen sind aber durch den starken und anhaltenden Verlust von Arten in der Agrarlandschaft bedroht. Ökomassnahmen sollen den Biodiversitätsverlust bremsen. Zur Zielerreichung wurden im Rahmen der Umweltziele Landwirtschaft (BAFU und BLW 2008) im Agroscope-Bericht "Operationalisierung der Umweltziele Landwirtschaft" (Walter 2013) konkrete Mengen- und Flächenanteile vorgeschlagen. Agroscope wurde 2011 von BLW und BAFU mit der Entwicklung eines Monitoringprogrammes beauftragt, welches den Zustand und die Veränderung von Arten und Lebensräumen in der Agrarlandschaft der Schweiz misst und den Beitrag der Biodiversitätsförderflächen (BFF) quantifiziert. Dieses Monitoringprogramm wird seit 2015 unter dem Namen "ALL-EMA, Arten und Lebensräume Landwirtschaft - Espèces et milieux agricoles" umgesetzt. ALL-EMA erhebt synchron mit dem Biodiversitätsmonitoring Schweiz (BDM), d.h. im 5-Jahresrhythmus, Biodiversitätsindikatoren und -daten von 170 1km², welche über die landwirtschaftlichen Zonen und die Hauptregionen der Umweltziele Landwirtschaft verteilt sind. Durch die Synergie mit dem BDM kann ALL-EMA zusätzlich zu den selbst erhobenen floristischen Daten, auch die faunistischen Daten des BDM (Brutvögel und Tagfalter) nutzen. ALL-EMA liefert Indikatoren zur Vielfalt von Lebensräumen und Arten, zur Qualität von Lebensräumen und Arten, sowie zur Vielfalt und Qualität von BFF. Das Programm ist vorerst bis 2019 finanziert (Ersterhebung Zustand), soll danach im 5-Jahresrhythmus verlängert werden und liefert somit nicht nur Daten zum Zustand sondern auch zur Veränderung von Arten und Lebensräumen in der Agrarlandschaft.

Ziele und Forschungsfragen

- 1) Monitoring des Zustandes und der Dynamik von Lebensräumen und Arten in der offenen Kulturlandschaft:
 - Wie sind Zustand und Entwicklung der Vielfalt und der ökologischen Qualität von Lebensräumen, Gefässpflanzen, Tagfaltern und Brutvögeln in der Agrarlandschaft?
 - Gibt es regionale Unterschiede (z.B. Talgebiet - Berggebiet)?
 - Welche Zusammenhänge bestehen zwischen der Vielfalt und Qualität von Strukturen, Lebensräumen, Gefässpflanzen, Tagfaltern und Brutvögeln - national und in den Regionen?
 - Können mit den Daten aus ALL-EMA auch Ökosystemdienstleistungen bewertet werden?
- 2) Evaluation des Beitrages von Biodiversitätsförderflächen zur Biodiversität in der Agrarlandschaft
 - Welchen Beitrag an die Artenvielfalt und Lebensraumvielfalt leisten die BFF auf Landschaftsebene?
 - Gibt es regionale Unterschiede des Beitrages von BFF zur Biodiversität in der Agrarlandschaft oder sind die Unterschiede eher auf Einzelflächenebene (Typ) zu erklären?
 - Wann tragen BFF eher zur Erhaltung noch vorhandener Biodiversität bei und wann wird die Biodiversität auf Landschaftsebene durch BFF erhöht?
 - Wie steht es um die genetische Diversität von BFF: Was weiss man über regionale Genpools von Wildpflanzen und welche Vorkehrungen werden heute getroffen, um diese zu erhalten. Wie relevant ist die Problematik im Kontext des gesamten Saatguthandels (Siedlung, Verkehr, ...)?
- 3) Weiterentwicklung von ALL-EMA
 - Wie können durch die Nutzen verfügbarer Datenquellen (AUM, Vegetationsdatenbank Agroscope, AGIS, Arealstatistik, Klimadaten, N-Immissionsdaten, Biodiversitätsmonitoring, Wirkungskontrolle Biotopschutz Schweiz u.a.) zusätzliche Erkenntnisse gewonnen und die Effizienz von ALL-EMA gesteigert werden (Synergien)?
 - Wie kann durch moderne Technologien (Satellitendaten, Drohnentechnologie) das Kosten-Nutzen-Verhältnis von ALL-EMA verbessert werden? Welche Biodiversitätsindikatoren können aus Satellitendaten abgeleitet werden?
 - Können relevante Variablen zur Bewirtschaftung mit remote sensing extrahiert werden?
- 4) Kausalitäten und Maximieren des Mehrwertes der verfügbaren Daten und Resultate für Behörden und Landwirtschaft
 - Durch welche Einflussfaktoren können die erhobenen Biodiversitätsindikatoren erklärt werden?
 - Was bedeutet dies für die Ökomassnahmen des Bundes und deren Effizienz?
 - Wie können die Daten und Analysen so dargestellt, kombiniert und allenfalls vereinfacht werden, dass sie für Behörden und in der Praxis den maximalen Nutzen haben?
- 5) Management der vorhandenen grossen Datenmengen inklusive der Berücksichtigung historischer Daten (Vegetationsdatenbank) und Fremddaten (Brutvogelraten, Tagfalterdaten etc.).

Zudem laufen in diesem Projekt die Beiträge zum BLW-Anliegen "9.6 Konzeptionelle Arbeiten Biodiversitätsbeiträge" zusammen, die aus folgenden Agroscope-Projekten stammen:

- Projekt "IP+" (zu alternativen Pflanzenschutzmassnahmen und Nützlingsförderung auf Landwirtschaftsbetrieben)
- Projekt "Bestäubung" (zur Bestäubungssicherheit in der Schweizer Landwirtschaft)

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 16 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Das Projekt trägt mit den Untersuchungsebenen Parzelle und Landschaft wesentlich zu den Forschungsfragen 1 (Biodiversitätsmonitoring) und 3 (Verbesserung des ökologischen Ausgleichs) des SFF 16 bei.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 1: Breitere Abstützung der Ergebnisse aus dem Projekt „Outil intégré pour une utilisation optimisée des herbages et des fourrages“ durch eine repräsentative Stichprobe an Fettwiesen vom ALL-EMA

zu SFF Nr. 14: Abklärungen möglicher Synergien von Managementdaten (300 Betriebe) der AUM und der Modellierung von Bewirtschaftungsintensität basierend auf ALL-EMA Daten. Entwicklung von Indikatoren für Ökosystemdienstleistungen.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

ALL-EMA konnte aufgrund übergeordneter Ansprüche nicht zum expliziten Vergleich von Biolandbau und anderen Bewirtschaftungskonzepten angelegt werden. Trotzdem kann die Biodiversität in biologisch bewirtschafteten Parzellen mit den übrigen Parzellen verglichen werden, sobald ein thematischer Layer der Schweiz zu biologisch bewirtschafteten Flächen vorhanden ist. Ausgehend von einem mittleren Flächenanteil des biologischen Landbaus in der Schweiz von 12 Prozent werden voraussichtlich etwa 3600 Lebensraumpunkte der 30'000 in einer Stichprobe erfassten Punkte in biologisch bewirtschafteten Flächen erwartet, die aber nicht alle räumlich unabhängig sind. Durch die ungleiche Verteilung der biologisch bewirtschafteten Parzellen und das gewichtete Design von ALL-EMA zu Gunsten der Hauptregionen Umweltziele Landwirtschaft und der landwirtschaftlichen Erschwerniszonen kann diese grobe Abschätzung abweichen. Welche aussagekräftigen Vergleiche möglich sind muss anhand der konkreten Daten getestet werden.

Material und Methoden (grob skizziert)

In ALL-EMA werden Felddaten zu Lebensraumtypen der Umweltziele Landwirtschaft (Delarze 2008), zu Pflanzenarten, Strukturen und Neophyten in 170 1km² Landschaftsausschnitten der Schweiz erhoben. Die Stichprobe ist über 5 Jahre verteilt, ist eine Teilmenge der 450 1km² des BDM Schweiz und wird synchron mit dem BDM erhoben, damit die im BDM erhobenen faunistischen Daten für die Indikatoren von ALL-EMA optimal genutzt werden können. Der grösste Teil der Felderhebungen wird an Dritte vergeben.

Neben den Indikatorgruppen "Vielfalt von Arten", "Qualität von Arten", "Vielfalt von Lebensräumen und Strukturen", "Qualität von Lebensräumen und Strukturen" und "Vielfalt und Qualität von Biodiversitätsförderflächen" werden auch Zusammenhänge zwischen Indikatoren oder der Einfluss von Faktoren auf die Biodiversität untersucht. In einer ersten Phase werden die in Zusammenarbeit mit der Begleitenden Expertengruppe und den Auftraggebern erarbeiteten Indikatoren berechnet und evaluiert. Im Jahr 2019 wird die Ersterhebung abgeschlossen. Im Jahr 2020 erfolgt die Berichterstattung und die Zweiterhebung startet.

Ein spezielles Augenmerk wird auf die Wirkung der BFF gerichtet. Einerseits kann aus ALL-EMA ihre ökologische Qualität im Vergleich zu Kontrollflächen beurteilt werden. Dann laufen im Projekt aber auch die anderen Arbeiten zum Anliegen 9.6 des BLW zusammen. Dazu gehört auch eine Darstellung des Status Quo und Wissensstandes zur genetischen Diversität von BFF im Zusammenhang mit Neuansaat (Literatur- und Expertenarbeit in 2018).

Parallel wird an der Weiterentwicklung von ALL-EMA gearbeitet. Diese Arbeiten erfolgen in internationaler Zusammenarbeit. So findet Anfang 2018 ein Workshop mit eingeladenen ExpertInnen zu „Farmland biodiversity monitoring“ statt. In Zusammenarbeit mit der WSL arbeiten wir an der Abklärung des Nutzens von Remote Sensing für die Erhebung und Berechnung von Biodiversitätsindikatoren und/oder erklärenden Variablen.

Das Konzept und die Methoden von ALL-EMA sind auf ww.all-ema.ch dokumentiert.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- BAFU und BLW 2008: Umweltziele Landwirtschaft. Hergeleitet aus bestehenden rechtlichen Grundlagen. Umwelt-Wissen Nr. 0820. Bundesamt für Umwelt, Bern: 221 S.
- Butchart, S.H.M., Walpole, M., Collen, B., van Strien, A., Scharlemann, J.P.W., Almond, R.E.A. et al. (2010). Global biodiversity: indicators of recent declines. *Science*, 328, 1164–1168. EEA
- Fjellstad & Hofer (2016). <http://www.ecosummit2016.org/conference-programme.asp>
- Foley JA, Defries R, Asner GP, Barford C, Bonan G, Carpenter SR, Chapin FS, Coe MT, Daily GC, Gibbs HK, Helkowski JH, Holloway T, Howard EA, Kucharik CJ, Monfreda C, Patz JA, Prentice IC, Ramankutty N, Snyder PK. (2005). Global consequences of land use. *Science* 309: 570–574.
- Geijzendorffer, I. R., Targetti, S., Schneider, M. K., Brus, D. J., Jeanneret, P., Jongman, R. H.G., Knotters, M., Viaggi, D., Angelova, S., Arndorfer, M., Bailey, D., Balázs, K., Báldi, A., Bogers, M. M. B., Bunce, R. G. H., Choisis, J.-P., Dennis, P., Eiter, S., Fjellstad, W., Friedel, J. K., Gomiero, T., Griffioen, A., Kainz, M., Kovács-Hostyánszki, A., Lüscher, G., Moreno, G., Nascimbene, J., Paoletti, M. G., Pointereau, P., Sarthou, J.-P., Siebrecht, N., Staritsky, I., Stoyanova, S., Wolfrum, S. and Herzog, F. (2016). EDITOR'S CHOICE: How much would it cost to monitor farmland biodiversity in Europe?. *J Appl Ecol*, 53: 140–149. doi:10.1111/1365-2664.12552
- Herzog, F., & Franklin, J. (2016). State-of-the-art practices in farmland biodiversity monitoring for North America and Europe. *Ambio*, 45(8), 857–871. <http://doi.org/10.1007/s13280-016-0799-0>
- Kristensen P., (2003). EEA core set of indicators: revised version April 2003. Technical report. EEA, Copenhagen.
- Meier & Hofer (2016): Effects of plot size and their spatial arrangement on estimates of alpha, beta and gamma diversity of plants in alpine grassland, *Alpine Botany*
- Naidoo, R., Balmford, A., Ferraro, P.J., Polasky, S., Ricketts, T.H. & Rouget, M. (2006). Integrating economic costs into conservation planning. *Trends in Ecology & Evolution*, 21, 681–687.
- Pereira H M, Ferrier S, Walters, M., Geller, G., Jongman, R.H.G., Scholes, R.J. et al. (2013). Essential biodiversity variables. *Science*, 339, 277–278.
- Perrings, C. (2014). *Our uncommon heritage*. Cambridge: Cambridge University Press, 522 pp.
- Walter T., Eggenberg S., Gonseth Y., Fivaz F., Hedinger C., Hofer G., Klieber- Kühne A., Richner N., Schneider K., Szerencsits E., Wolf S.(2013): Operationalisierung der Umweltziele Landwirtschaft. *Agroscope Schriftenreihe* 18, 1-138.
- Walters M, Scholes R J (2017) *The GEO handbook on Biodiversity Observation Networks*, Springer Open

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

ALL-EMA erfasst den Zustand der Artenvielfalt in der Agrarlandschaft mit Felderhebungen zu Lebensräumen und Arten und beurteilt den Beitrag der Biodiversitätsförderflächen. Mit jeder Wiederholung der fünfjährigen Datenerhebung werden die Informationen wertvoller: Dann zeigen sie die Entwicklung der Artenvielfalt zunehmend klarer auf. Analysen geben Hinweise, wie die Biodiversität allenfalls effizienter gefördert werden kann.

Der Bund setzt aktuell pro Jahr fast 400 Mio CHF ein, um die Abnahme der Biodiversität in der Agrarlandschaft zu bremsen - trotzdem wird oft behauptet, dass diese Massnahmen nichts nützen. Im Programm ALL-EMA werden seit 2015 erstmals landwirtschaftliche Lebensräume und Arten gezielt erfasst und Indikatoren zur aktuellen Vielfalt berechnet (Lebensräume, Pflanzenarten und durch die Synergie mit dem Biodiversitätsmonitoring Schweiz auch Tagfalter und Brutvogelarten). Der Beitrag der vom Bund finanziell unterstützen Biodiversitätsförderflächen kann mit diesen Daten abgeschätzt werden. Bei einer Wiederholung der Erhebungen nach fünf Jahren wird die Veränderung der Vielfalt gemessen. Zusammen mit Daten anderer Projekte zur genetischen Vielfalt, alternativen Pflanzenschutzmassnahmen und Erkenntnissen zur Bestäubung soll das Konzept der Biodiversitätsbeiträge regelmässig überdacht werden.

Genehmigung des Projektes

Datum: 21.07.2017	Visum FGL: hefe
Datum: 25.08.2017	Visum FBL / KBL: baro
Datum: 13.9.2017	Visum V SFF: baro



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.16.19.06.02

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

UZL, Arten und Lebensräume

Nr. Bereich.

19 Agrarökologie und Umwelt

Nr. Gruppe

19.6 Agrarlandschaft und Biodiversität

Projektleitung/Stellvertretung

Thomas Walter / Felix Herzog

Projektdauer

Projektstart

Projektende

5 Jahre

2016

2020

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	1644
Beitrag zu SFF	16
Beitrag zu weitem SFF	1, 14, 15, 17

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	4.83, 9.6, 9.7, 28.10, 28.21, 28.22, 28.23, 28.37, 28.44
Beitrag enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Grundlagen und Massnahmen zur Erreichung der Umweltziele Landwirtschaft im Bereich Arten und Lebensräume

UZL, Grundlagen und Massnahmen Arten und Lebensräume

AEO, Agri-environmental Objectives, basics and measures for the promotion of target species and habitats

agriculture, biodiversity, species, habitats, arable land, wetland, grassland, ecological focus area, agri-environmental scheme

Ausgangslage und Problemstellung

Am EU-Gipfel in Göteborg 2001 wurde das Ziel festgelegt, den Verlust an Biodiversität bis ins Jahr 2010 zu stoppen (European Council, 2001). Dieses Ziel wurde seitens der Vertragsparteien der Biodiversitätskonvention für die Zeitperiode von 2011-2020 bekräftigt (UNEP, 2010). Seit 1993 wird mit agrarpolitischen Massnahmen im Rahmen des ökologischen Ausgleich (öA) dem Verlust an Biodiversität auf landwirtschaftlich genutzten Flächen entgegengewirkt. Die Massnahmen zeigen in Tallagen eine moderat positive Wirkung (Herzog & Walter, 2005). Im Vergleich zum Potenzial verharren die Arten- und Lebensraumvielfalt hier auf tiefem Niveau und nur ein geringer Teil der Biodiversitätsförderflächen erfüllen die Kriterien für Qualität gemäss Direktzahlungsverordnung (Q2). In den Berggebieten ist die Arten- und Lebensraumvielfalt im Vergleich zum Potenzial auf einem deutlich höheren Niveau als in den Tallagen. Besonders gross ist das Defizit bei den Ziel- und Leitarten der Feucht- und Ackerflächen (Walter et al., 2013). Der Rückgang konnte hier jedoch nur gebremst, aber nicht gestoppt werden. Hauptgründe dafür sind im Berggebiet die Aufgabe der Bewirtschaftung an Grenzertragsstandorten einerseits und die Nutzungsintensivierung auf den weiterhin bewirtschafteten Flächen andererseits (Lachat et al. 2010). Im Talgebiet ist der hohe Produktionsdruck massgeblich. Der ökologische Ausgleich und die ökologischen Ausgleichsflächen sind keine statischen Politikinstrumente. Sie müssen stetig weiterentwickelt werden und den sich ändernden Anforderungen aus der landwirtschaftlichen Praxis und den neuen Erkenntnissen über ihre Wirksamkeit zur Förderung der Biodiversität angepasst werden. So ist das aktuelle Instrumentarium zur Beurteilung der Ökoqualität aufgrund seiner historischen Entwicklung sehr komplex. Es sollen im Hinblick auf die AP 22+ Indikatoren für ein ergebnisorientierteres System als bisher unter Einbezug der Fauna aufgezeigt werden.

Ziele und Forschungsfragen

Hauptziele

- A) Bereitstellen von Entscheidungsgrundlagen und Aufzeigen von Lösungen im Konfliktbereich „Förderung der Biodiversität in Ackerbaugebieten mit Schwerpunkt auf feuchten oder potenziell feuchten Flächen, Verringerung der landwirtschaftsbedingten Nähr- und Schadstoffbelastung der Gewässer und Aufrechterhaltung der landwirtschaftlichen Produktion“.
- B) Verbesserung der Zielorientierung bei der Beurteilung der Ökoqualität
- C) Aufzeigen ob und wie neue Bewirtschaftungstechniken die Artenvielfalt verändern
- D) Die Grundlagen und das Wissen werden zur Beurteilung von Änderungen der Vollzugsinstrumente und ihre Vereinfachung (Gesetze, Verordnungen, Weisungen, Rote Listen, ...) verwendet.

Teilziele

- A1) Typisieren und Ermitteln der potenziellen und gesamtschweizerisch vorhandenen Feuchtackerflächen (Beitrag Stakeholderanliegen 28.21, 28.22, 28.23, 28.44).
- A2) Stoffflüsse und Wasserhaushalt: Aufzeigen der mit Feuchtackerflächen verbundenen Erosionsproblematik und Beurteilung der Wirkung verschiedener Bodenbedeckungen als Pufferstreifen auf den Eintrag von Nährstoffen und Pflanzenschutzmitteln in Oberflächengewässer („beitragende Flächen“). Einschätzen der Klimarelevanz der verschiedenen Böden mit ihren Nutzungen (Beitrag Stakeholderanliegen 4.83).
- A3) Wirtschaftlichkeit: Aufzeigen des betriebs- und volkswirtschaftlichen Folgen unter Berücksichtigung der Investitionen für gegebenenfalls zu erneuernde Entwässerungssysteme und weitere Strukturmassnahmen (Infrastruktur). Aufzeigen der landwirtschaftlichen Produktionsmöglichkeiten und Erträge auf Feuchtackerflächen (Beitrag Stakeholderanliegen 4.83).
- A4) Biodiversität, Ist-Zustand Flora und Fauna: Aufzeigen des Ist-Zustandes Flora und Fauna auf Feucht- und Nassackerflächen (Gefässpflanzen, Moose, Laufkäfer, Amphibien). Aufzeigen der Vernetzung mit national bedeutenden Auen, Mooren und Vorkommen von UZL-Arten (Beitrag Stakeholderanliegen 28.10, 28.21, 28.22, 28.23, 28.44).
- A5) Biodiversitätsförderung auf Feuchtackerflächen: Aufzeigen von biodiversitätsfördernden Massnahmen auf BFF (Beitrag Stakeholderanliegen 28.21, 28.22, 28.23, 28.37, 28.44)..
- A6) Bereitstellen einer Entscheidungshilfe für den Umgang mit Feuchtackerflächen (Beitrag Stakeholderanliegen 4.83, 28.37).
- B1) Review der bereits im In- und Ausland vorhandenen Indikatoren (Schwerpunkt Fauna) zur Beurteilung der BFF Qualität inklusive Beurteilung ihrer Tauglichkeit für den Vollzug (Beitrag BLW-Anliegen 9.7 sowie Stakeholderanliegen 28.37).
- B2) Ausarbeiten von Beurteilungsschlüsseln auf der Basis von B1 (Beitrag BLW-Anliegen 9.7).
- C1) Die Wirkung von Heubläsern auf die Pflanzengemeinschaft wird in einem Fallbeispiel aufgezeigt (Stöckmatt, Stans, NW)
- D1) Einbringen von Expertwissen zur Abschätzung von Wirkungen bei Änderungen von Vollzugsinstrumenten
- D2) Konzeptionelle Mitarbeit bei der Erneuerung der Vollzugsinstrumente (UZL).

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 16 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Beitrag zu SFF 16 / Forschungsfragen 1 & 3: Wie kann die Arten- und Lebensraumvielfalt in landwirtschaftlich intensiv genutzten Gunstlagen gezielt erhalten und gefördert werden (Existenzwert)? Wie können ökologisch wertvolle Lebensräume kostengünstig und arbeitssparend in den produzierenden Landwirtschaftsbetrieb integriert werden (Betriebswert)?

Feuchtackerarten gehören zu den in der Schweiz am stärksten gefährdeten Organismen. Im Projekt werden für das Talgebiet die potenziellen Standorte und die Realität, sowie Fördermöglichkeiten aufgezeigt. Bei den Fördermöglichkeiten stehen standortangepasste Produktionsformen im Vordergrund, diese werden in einer Review-Arbeit dokumentiert. Es werden nicht oder kaum in der Schweiz praktizierte Methoden in Fallstudien erprobt. Beispiele sind die Nassreisproduktion, der Gemüseanbau auf Wasserflächen und der Anbau von Blaubeeren auf sauren, ehemaligen Moorböden kombiniert mit Hochmoorregeneration.

Gesetzesänderungen und Weisungen werden fallweise bezüglich ihrer Konsequenzen auf die UZL im Bereich Arten und Lebensräume beurteilt, kommentiert und nach Möglichkeit werden Verbesserungsvorschläge formuliert. Das Expertwissen wird für die Weiterentwicklung und Revision von Vollzugsinstrumenten im Hinblick auf eine effizientere und effektivere Zielerreichung im Bereich Arten und Lebensräume Landwirtschaft eingesetzt. Es soll ein BFF-Beurteilungs- und Beitragssystem ausgearbeitet und vorgeschlagen werden, welches die Zielerreichung im Bereich "Umweltziele Landwirtschaft, Arten und Lebensräume verbessert".

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 14: Reviewarbeiten dokumentieren standortgerechte Nutzungsmöglichkeiten von Feuchtfächen, den Einfluss von Entwässerungen auf den Wasserhaushalt, die Nähr- und Schadstoffflüsse. Die Flächen werden typisiert und es wird auf einer Potenzialkarte dargestellt, wo im Talgebiet der Schweiz solche Flächen vorkommen.

zu SFF Nr. 17: Eine Review zeigt den Kenntnisstand zur Klimarelevanz feuchter Ackerflächen und verschiedener Nutzungen auf.

zu SFF Nr. 13: Die betriebsökonomische Bedeutung der aktuellen Produktion und nach Möglichkeit auch von alternativen Produktionsformen auf Feuchttackerflächen wird mittels Vollkostenrechnungen ermittelt. Zudem wird soweit möglich anhand der vorhandenen Kennzahlen und Schätzungen zu Infrastrukturkosten die volkswirtschaftliche Bedeutung von Drainagen und der Produktion auf feuchten und potenziell feuchten Flächen abgeschätzt.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Die erarbeiteten Grundlagen schliessen auch Wissenslücken im Biolandbau.

Material und Methoden (grob skizziert)

- A) Die potenziellen Feucht(acker)flächen des schweizerischen Talgebietes werden anhand vorhandener Daten mit GIS ermittelt und aufgrund ihrer Bodenbeschaffenheit, Nutzung und Lage typisiert. Die Artenvielfalt und die Verbreitung der Arten werden anhand der in den nationalen Datenzentren vorhandenen Daten aufgezeigt. Zudem werden für Gefässpflanzen, Amphibien und Laufkäfer Felderhebungen vorgenommen und in Fallstudien Massnahmen zur Förderung besonders gefährdeter Arten erprobt. Diese Grundlagen sind zentral für die Förderung der Biodiversität im feuchten Ackerbaug Gebiet (Stakeholderanliegen 28.22 und 28.23) sowie die Vernetzung wildlebender einheimischer Ziel- und Leitarten (Anliegen 28.21, 28.44) und sie leisten einen Beitrag zur besseren Kenntnis der Biodiversität (Anliegen 28.10) Zum Wasserhaushalt, den Stoffflüssen, sowie der Klimarelevanz solcher Flächen werden anhand der vorhandenen Literatur der aktuelle Kenntnisstand sowie Wissenslücken aufgezeigt. Die betriebsökonomischen Aspekte werden mittels Vollkostenrechnungen untersucht. Aus diesen Untersuchungen werden Indikatoren und Kriterien für eine Entscheidungshilfe abgeleitet. Die Entscheidungshilfe und die Syntheseberichte sowie die Potenzialkarten sind Grundlagen für die Raumplanung und die Weiterentwicklung der Politikinstrumente in den Bereichen Biodiversität und Boden (Anliegen 4.83, 28.37), aber auch für Landwirte.
- B) In einem ersten Schritt wird eine Sammlung von Indikatoren mittels Review der Fachliteratur sowie bereits in der Schweiz und im Ausland angewandten Instrumentarien zur Beurteilung der BFF-Qualität vorgenommen. Anschliessend werden Experten nach weiteren Indikatoren befragt. Dabei wird der Schwerpunkt auf Fauna-Indikatoren gelegt, weil hier für ein ergebnisorientiertes System zur Beurteilung die grössten Lücken im Vollzug bestehen. Die gefundenen Indikatoren werden bezüglich ihrer Praktikabilität im Vollzug geprüft. Aus den vollzugstauglichen Indikatoren werden dann Beurteilungsschlüssel mit Einbezug der Fauna hergeleitet (Anliegen 9.7 des BLW).
- C) Die Wirkung von Laubbläsern auf die Vegetation wird in der 2012 begonnenen und bis 2016 jährlich untersuchten Fallstudie noch alle 4 Jahre, nächstes Mal im Jahr 2020, auf den mit Magneten verorteten Standorten untersucht.
- D) Biodiversitätsrelevante Vollzugsänderungen werden fallweise beurteilt.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Albrecht, H., Prestele, J., Altenfelder, S., Wiesinger, K. & Kollmann, J. (2014) New approaches to the conservation of rare arable plants in Germany. Julius-Kühn-Archiv, 443, 180-189.
- Alder S., Herweg K., Liniger H., Prasuhn V. (2013): Technisch-wissenschaftlicher Bericht zur Gewässeranschlusskarte der Erosionsrisikokarte der Schweiz (ERK2) im 2x2-Meter-Raster. Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU) und des Bundesamtes für Landwirtschaft (BLW). Hrsg. Universität Bern und Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Bern und Zürich. 1-37 S
- Asselen Sv, Verburg PH, Vermaat JE, Janse JH (2013) Drivers of Wetland Conversion: a Global Meta-Analysis. PLoS ONE 8(11): e81292. doi:10.1371/journal.pone.0081292
- Béguin, J. & Smola, S. (2010) Stand der Drainagen in der Schweiz - Bilanz der Umfrage 2008. Bundesamt für Landwirtschaft BLW.
- Delarze, R. & Gonseth, Y. (2008) Lebensräume der Schweiz. Ott, Bern.
- Eidgenossenschaft, B.d.S. (2014) Verordnung über die Direktzahlungen an die Landwirtschaft (DZV) vom 23. Oktober 2013 (Stand am 1. Januar 2014). In: Art. 5 bis Art. 15 der Schweizerische Eidgenossenschaft, Berne.
- Frey, M., Konz, N., Stamm, C. & Prasuhn, V. (2011) Identifizierung von Flächen, die überproportional zur Gewässerbelastung beitragen. Agrarforschung, 2, 156-161.
- Gisler, S., Liniger, H.P., Prasuhn, V. (2010): Technisch-wissenschaftlicher Bericht zur Erosionsrisikokarte der landwirtschaftlichen Nutzfläche der Schweiz im 2x2-Meter-Raster (ERK2). Bericht im Auftrag des BLW, 113 S.
- Landolt, E., Bäumler, B., Erhardt, A., Hegg, O., Klötzli, F., Lämmler, W., Nobis, M., Rudmann-Maurer, K., Schweingruber, F.H., Theurillat, J.-P., Urmi, E., Vust, M. & Wohlgemuth, T. (2010) Flora indicativa. Haupt, Berne, Switzerland.

- Marshall, E.J.P. & Moonen, A.C. (2002) Field margins in northern Europe: their functions and interactions with agriculture. Agriculture, Ecosystems & Environment, 89, 5-21.
- Moser, D.M., Gygax, A., Bäumler, B., Wyler, N. & Palese, R. (2002) Rote Liste der gefährdeten Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz. BUWAL.
- Walter, T., Eggenberg, S., Gonseth, Y., Fivaz, F., Hedinger, C., Hofer, G., Klieber-Kühne, A., Richner, N., Schneider, K., Szerencsits, E. & Wolf, S. (2013) Operationalisierung der Umweltziele Landwirtschaft Bereich Ziel- und Leitarten, Lebensräume (OPAL). ART-Schriftenreihe, 18, 1-138.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

In letzter Zeit stellt sich für potenziell vernässte Ackerflächen der Schweiz immer wieder die Frage nach der Erneuerung der Drainagen. Gleichzeitig bestehen bei der Erreichung der Umweltziele Arten und Lebensräume grosse Defizite, insbesondere im Talgebiet. Wir erarbeiten Grundlagen und zeigen Lösungsmöglichkeiten auf. Der Schwerpunkt liegt auf Feuchtflächen und dem Umgang mit drainierten Böden. Neben der Biodiversität werden die landwirtschaftliche Produktion, sowie der Boden-, Klima- und Gewässerschutz einbezogen.

Der Schwerpunkt liegt bei der Förderung der Ziel- und Leitarten der Feuchtgebiete im Talgebiet. Es werden dafür geeignete Flächen in einer Potenzialkarte sowie der Istzustand dieser Arten aufgezeigt. Bei der Förderung werden standortangepasste Produktionsformen, Massnahmen des ökologischen Ausgleichs und des Naturschutzes einbezogen. In Pilotversuchen werden kaum in der Schweiz praktizierte Methoden wie z. B. die Nassreisproduktion oder die Gemüseproduktion auf Wasserflächen erprobt. In Literaturstudien wird der Wissensstand zu den Wirkungen von vernässten und/oder drainierten Böden auf das Klima, den Gewässerhaushalt und die Einträge von Nährstoffen und Pestiziden in die Gewässer aufgezeigt. Daraus werden Entscheidungsgrundlagen für den künftigen Umgang mit solchen Flächen bereitgestellt.

Genehmigung des Projektes

Datum: 29.08.2017	Visum FGL: hefe
Datum: 13.9.2017	Visum FBL / KBL: baro
Datum: 26.10.2017	Visum V SFF: baro



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.16.19.06.03

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Landschaft

Nr. Bereich.

19

Agrarökologie und Umwelt

Nr. Gruppe

19.6

Agrarlandschaft und Biodiversität

Projektleitung/Stellvertretung

Beatrice Schüpbach / Erich Szerencsits

Projektdauer

4 Jahre

Projektstart

2018

Projektende

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	1176
Beitrag zu SFF	16
Beitrag zu weitem SFF	1, 12, 14

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	02.89, 13.200, 13.201, 13.202, 13.205, 20.92, 28.42
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☐ ja ☒ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☐ ja ☒ nein

Titel Originalsprache

Landschaftsleistungen der Landwirtschaft erfassen und bewerten

Landschaftsleistungen der Landwirtschaft

Landscape services and agriculture

Ecosystem services, landscape indicators, landscape perception, land abandonment, GIS

Ausgangslage und Problemstellung

Die Landwirtschaft erbringt neben der Produktion von Nahrungsmitteln auch nicht marktfähige Leistungen wie die Offenhaltung und die Pflege der Kulturlandschaft. Diese Leistungen zu bewerten ist anspruchsvoll, doch sie werden von der Bevölkerung nachgefragt. Da sie keine marktfähigen Güter darstellen, werden sie mit Direktzahlungen abgegolten.

Die Offenhaltung der Landschaft in Bergregionen wird mit Offenhaltungs- und Hangbeiträgen unterstützt. Das Monitoring der Wirksamkeit dieser Massnahmen ist wegen der grossen Fläche und des teilweise unwegsamen und unübersichtlichen Geländes aufwändig. Im Rahmen des ESA-Programmes Copernicus werden hochauflösende Multispektralbilder mit einer zeitlichen Auflösung von 5 bis 10 Tagen bereitgestellt. Die Auswertung der Daten könnte Informationen über die Frequenz und die Intensität der Flächennutzung liefern. Sentinel Daten wurden vereinzelt schon genutzt, z.B. zur Abgrenzung von genutzten und ungenutzten Heuwiesen in der Slowakei (Habaluk et al. 2015). Es soll geprüft werden, ob mit Hilfe von räumlich und zeitlich hoch aufgelösten Satellitenbildern und in der Fernerkundung gebräuchlichen Vegetationsindizes verschiedene Nutzungsmuster im Berggebiet abgegrenzt werden können.

Die Pflege der Kulturlandschaft wird vor allem mit Beiträgen aus Landschaftsqualitätsprojekten unterstützt. Hier stellt sich die Frage, ob und wie diese Projekte durch die Bevölkerung wahrgenommen werden und welche Kosten diesen Massnahmen gegenüber stehen. Diese Frage ist nicht ganz einfach zu beantworten, da nur wenige Daten zur wahrgenommenen Qualität der Landschaft vor Einführung der Landschaftsqualitätsbeiträge bestehen. Eine solche Datengrundlage stellt die repräsentative Befragung, die im Rahmen von LABES 2013 durchgeführt wurde dar. Sie wurde vor Einführung der LQ-Beiträge, im Auftrag des BAFU durchgeführt (Kienast et al. 2013). Die Probanden hatten dabei die Landschaft in ihrer Wohnumgebung bewertet. Das BAFU plant, diese Befragung 2020 zu wiederholen. Eine weitere Möglichkeit ist ein Indikator, der den Beitrag eines Landwirtschaftsbetriebes zu einem abwechslungsreichen Landschaftsbild messen kann und auf Betriebsdaten oder Landschaftskartierungen in Verbindung mit Präferenzwerten

basiert. Schüpbach et al. (2016) haben einen solchen Indikator für das Agrarlandschaftsbild der Schweiz entwickelt. Mit Hilfe empirischer Erhebungen und ökonomischer Modelle können die Kosten für die verschiedenen Massnahmen beziffert werden.

Für die verschiedenen landschaftsökologischen Arbeiten in der Gruppe 19.6, wie auch für zahlreiche weitere Projekte anderer Forschungsgruppen sind Fernerkundung, geographische Informationssysteme GIS, Global Positioning Systems GPS und räumliche Analysen wichtige Werkzeuge. Die Standardisierung und Zentralisierung der IT-Dienstleistungen in der Bundesverwaltung bringen die Nutzer von Fachanwendungen zunehmend unter Druck. Neben der Bereitstellung einer bedarfsgerechten GIS-Infrastruktur und Beratungs- und Supportaufgaben vertritt die GIS-Koordination die Interessen von Agroscope und dem Departement WBF auf Ebene Bund.

Ziele und Forschungsfragen

Das Projekt besteht aus drei Teilen: 1) Offenhaltung und Fernerkundung, 2) Kosten-Nutzen-analytische Betrachtung staatlicher Lenkungsmaßnahmen am Beispiel ausgewählter Landschaftsqualitätsprojekte, und 3) GIS-Koordination Agroscope.

1) Offenhaltung und Fernerkundung:

- Lassen sich in Sentinel-2-Daten im Berggebiet mit standardisierten Tools zur Analyse der saisonalen Vegetationsentwicklung unterschiedliche Muster der Vegetationsentwicklung innerhalb eines Jahres abgrenzen?
- Lassen sich diese Muster der Vegetationsentwicklung Bodenbedeckungsklassen und konkreten Nutzungsmustern zuweisen?
- Bis zu welchem Detaillierungsgrad können Sentinel-2-Daten verwendet werden, ab wann müssen Luftbilddaten von swisstopo oder gar Drohnenbilder eingesetzt werden? In wie weit ist eine Kombination der verschiedenen Datensätze hilfreich?

2) Kosten-Nutzen-analytische Betrachtung staatlicher Lenkungsmaßnahmen am Beispiel ausgewählter Landschaftsqualitätsprojekte:

- Kann der Landschaftsindikator den Effekt blühender Kulturen nachweisen?
- Wie sensibel gegenüber Veränderungen der Landnutzung ist der Landschaftsindikator?
- Eignet sich LABES, um die Wirkung von Landschaftsqualitätsprojekten zu überprüfen?

Ist die oben nachgewiesene Wirkung für alle Massnahmen gleich? In welchem Verhältnis steht die nachgewiesene Wirkung zu den Kosten? Bevorzugen bestimmte Betriebstypen bestimmte Massnahmen? Führt eine ungleiche Verteilung von Wirkung und Kosten allenfalls zu Wettbewerbsverzerrungen? Ist der Wohlfahrtseffekt in der Bevölkerung durch die LQ-Projekte auf Ebene ihrer Wahrnehmung, ihres Wissens und ihrer Einstellung (Akzeptanz/Ablehnung) nachweisbar? Welche Faktoren haben Einfluss auf Wahrnehmung und Akzeptanz in der Bevölkerung? Solche nutzenfokussierten Erhebungen sollen auf 3-4 ausgewählten Projekten durchgeführt und den entstehenden Kosten gegenübergestellt werden. Dies soll der Weiterentwicklung und auch der Kommunikation der LQ-Projekte und -Beiträge dienen.

3) GIS-Koordination Agroscope:

Die GIS-Koordination stellt in enger Zusammenarbeit mit der Forschungsinformatik eine bedarfsgerechte GIS-Infrastruktur zur Verfügung. Diese kann über virtuelle Klienten von Forschenden an allen Agroscope Standorten genutzt werden. Die rasante technische Entwicklung verlangt einen ständigen Weiterentwicklungsprozess, um im nationalen und internationalen Umfeld konkurrenzfähig zu bleiben. Die GIS-Koordination vertritt das Departement für Wirtschaft Bildung und Forschung im Steuerungsorgan der KOGIS auf Ebene Bund.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 16 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Die verschiedenen Aktivitäten innerhalb des Projektes können zeigen, in wie weit eine Vielfalt an Lebensräumen vorhanden ist und erhalten oder gefördert wird. Vielfältige Lebensräume sind im Hinblick auf die Biodiversität wichtig, aber auch für die Lebensqualität der Menschen.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 1: Die Zusammenarbeit zwischen diesem Projekt und dem Projekt ALPES (Projekt 18.1.17.6.02) beruht auf dem Austausch von Daten: Gebiete mit Vegetationsaufnahmen, Weideversuchen etc. dienen zur Kalibrierung und Verifizierung der Auswertungsergebnisse der Fernerkundung. Umgekehrt kann eine erfolgreiche Abgrenzung verschiedener Nutzungsmuster die Notwendigkeit von Drohnenbefliegungen reduzieren.

zu SFF Nr. 14: Zur Nachhaltigkeit gehört auch die soziale Dimension. Mit der Anwendung (auch in Ökobilanz- und Nachhaltigkeitsprojekten) und Weiterentwicklung des Landschaftsindikators wird ein Beitrag zur Berücksichtigung der sozialen Dimension geleistet.

zu SFF Nr. 12: Landschaftspflege ist eine nicht marktfähige Leistung der Landwirtschaft. Das Projekt soll aufzeigen, welchen Nutzen LQ-Projekte für die Bevölkerung haben. Ausserdem soll gezeigt werden, ob grosse Betriebe, die den grösseren Anteil an den Beitragskosten haben, auch einen entsprechenden 'Nutzen' für die Bevölkerung erbringen.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Material und Methoden (grob skizziert)

1) Offenhaltung und Fernerkundung:

Anwendung verschiedener Vegetationsmessgrössen (Franke et al. 2012; Habaluk et al. 2015) mit Hilfe der Google Earth Engine. Die Auswertungen werden mit Swissimage, swissTLM3D und SwissAlti3D kombiniert. Zur Verifizierung der Resultate sollen Vegetationsaufnahmen und Lebensraumbeschreibungen aus Futterbauversuchen und ALL-EMA-Kartierungen dienen.

2) Kostennutzen-analytische Betrachtung staatlicher Lenkungsmassnahmen am Beispiel von ausgewählten Landschaftsqualitätsprojekten:

Abklärung der Wirkung der Landschaftsqualitätsprojekte in Zusammenarbeit mit WSL und LABES und allenfalls durch ergänzende Befragungen. Analyse ökonomischer Daten von ausgewählten Betrieben (mit LQ-Projekten) oder von AGIS-Daten. Die Analysen sollen Auskunft über die Verteilung der verschiedenen Massnahmen auf die Betriebe geben und die Kosten für die verschiedenen Massnahmen erfassen. Dies erlaubt es, die Kosten der Wirkung gegenüberzustellen. Befragung der Bevölkerung zu Akzeptanz, Wissen und Wirkung der LQ-Massnahmen.

3) GIS-Koordination für Agroscope

Bereitstellung der GIS und GPS Infrastruktur für NutzerInnen in Agroscope (IT Infrastruktur, Daten von Swisstopo, Vertretung in GIS-relevanten Gremien des Bundes auf der Ebene WBF).

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Franke J., Keuck V. u. Siegert F., 2012: Assessment of grassland use intensity by remote sensing to support conservation schemes. Journal for Nature Conservation, 20, S. 125-134, DOI: 10.1016/j.jnc.2012.02.001.
- Habaluk A., M. M., Halabuk M. u. S. D., 2015: Towards Detection of Cutting in Hay Meadows by Using of NDVI and EVI Time Series. Remote Sensing, 7, S. 6107-6132, DOI: 10.3390/rs70506107.
- Kienast F., Frick J. u. Steiger U., 2013: Neue Ansätze zur Erfassung der Landschaftsqualität. Zwischenbericht Landschaftsbeobachtung Schweiz (LABES). Bundesamt für Umwelt, Bern und Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf, Umweltwissen Nr. 1325, Bern, 75 S.
- Schüpbach B., Junge X., Lindemann-Matthies P. u. Walter T., 2016: Seasonality, diversity and aesthetic valuation of landscape plots: An integrative approach to assess landscape quality on different scales. Land Use Policy, 53, S. 27-35, DOI: 10.1016/j.landusepol.2015.01.032.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet

(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Offenhaltung und die Pflege der Kulturlandschaft sind nicht marktfähige Leistungen der Landwirtschaft, die mit Direktzahlungen abgegolten werden. Das Projekt untersucht, ob räumlich und zeitlich hochaufgelöste Satellitenbilder und eine Zusammenarbeit mit dem Landschafts-Monitorings-Programm LABES des BAFU etwas zum Monitoring von ‚Offenhaltung‘ und Landschaftsqualitätsprojekten beitragen kann.

Zur multifunktionalen Landwirtschaft gehören unter anderem die Offenhaltung und der Beitrag zu einem attraktiven Landschaftsbild. Beide Leistungen werden durch Direktzahlungen abgegolten. Das vorliegende Projekt klärt ab:

- 1) Ob sich zeitlich und räumlich hoch aufgelöste Satellitenbilder eignen, um im Berggebiet unterschiedliche Nutzungsmuster im Grasland abzugrenzen und damit einen Beitrag zum Monitoring der Offenhaltung zu leisten;
- 2) In welchem Verhältnis die Kosten ausgewählter Massnahmen in Landschaftsqualitätsprojekten zur Wirkung bei der Bevölkerung stehen. Ausserdem wird überprüft, ob sich eine im Landschafts-Monitoring-Programm des BAFU (LABES) angewandte Befragung der Bevölkerung zur Qualität des Landschaftsbildes für ein Monitoring von Landschaftsqualitätsprojekten eignen würde.

Genehmigung des Projektes

Datum: 18.08.2017	Visum FGL: hefe
Datum: 25.08.2017	Visum FBL / KBL: baro
Datum: 26.10.2017	Visum V SFF: baro



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.16.19.06.04

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

IP+

Nr. Bereich.

19

Agrarökologie und Umwelt

Nr. Gruppe

19.6

Agrarlandschaft und Biodiversität

Projektleitung/Stellvertretung

Philippe Jeanneret / Felix Herzog

Projektdauer

Projektstart

Projektende

6 Jahre

2018

2023

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	2168
Beitrag zu SFF	16
Beitrag zu weitem SFF	2, 5, 13

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	5.46, 9.6, 18.31, 28.38, 28.39, 28.55, 28.60, 29.20 und zahlreiche Bedürfnisse, die dem SFF5 zugeordnet wurden
Beitrag enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☐ ja ☒ nein
Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Agrarökologische Systemforschung für die Reduktion von Pflanzenschutzmittelanwendungen im Ackerbau

IP+

Agroecological systems research aimed at reducing pesticide application in arable crop production

Keywords: Insecticide, bio-control, conservation bio-control, alternative plant protection, weed management

Ausgangslage und Problemstellung

Die Möglichkeiten des chemischen Pflanzenschutzes werden zunehmend eingeschränkt. Im Nationalen Aktionsplan zur Risikoreduktion von Pflanzenschutzmitteln (PSM) werden voraussichtlich quantitative Ziele festgelegt werden, um die Belastung der Lebensmittel, der Menschen und der Umwelt mit PSM zu reduzieren. Gleichzeitig werden ältere Mittel neu beurteilt und ein Teil davon wird in Zukunft nicht mehr eingesetzt werden dürfen.

Der Aktionsplan Pflanzenschutzmittel stellt den integrierten Pflanzenschutz (IP) ins Zentrum. Es gibt eine breite Palette von Massnahmen, um die Kulturpflanzen zu schützen, PSM sind nur eine davon und sollen nur eingesetzt werden, wenn die anderen Massnahmen nicht ausreichen und wenn die Schadschwelle überschritten ist. Agroscope führt umfangreiche Forschung zu alternativen Pflanzenschutzmassnahmen durch und war auch massgeblich an der Entwicklung der IP-Strategie beteiligt. In den letzten Jahren wurden neben dem vermehrten Anbau von schädlings- und krankheitsresistenten Sorten weltweit zahlreiche neue Ansätze des alternativen Pflanzenschutzes entwickelt (z.B. Verwirrungstechnik, Nützlingsblühstreifen, Push-Pull Methode, Entomopathogene, ...). Insbesondere bieten die biologischen Mittel, die die funktionelle Biodiversität (Schädlingsbekämpfung mit Nützlingen) einbeziehen, wie die Bekämpfung durch das Habitat Management und die Massenvermehrung relevante Alternative an. Was jedoch fehlt ist eine Gesamt-schau und eine Einordnung der alternativen Pflanzenschutzmassnahmen in den Gesamtzusammenhang von Fruchtfolge, Bewirtschaftungsmassnahmen inkl. Bodenbedeckung, Zwischenfrüchte, Mischkulturen, Naturraumausstattung, usw. Es stellt sich die Frage, wieviel Pflanzenschutzmittel eingespart werden könnten, wenn alle in der Praxis umsetzbaren Massnahmen aufeinander abgestimmt eingesetzt würden.

Die Entscheidung zur Durchführung von Pflanzenschutzmassnahmen trifft letztlich der Landwirt. Ihm oder ihr wird es überlassen, diese Einordnung vorzunehmen und zu entscheiden, ob alternative Massnahmen ergriffen werden sollen.

In der Schweiz, aber auch in den umliegenden Ländern setzen Landwirte neues Wissen über alternative Pflanzenschutzmassnahmen aber nur zögernd in angepassten Anbaustrategien um. Während sie ihre Produktionsbedingungen aus jahrelanger Erfahrung sehr genau kennen, sind sie über Möglichkeiten und Risiken des alternativen Pflanzenschutzes oft nur unzureichend informiert. Hier soll das vorgeschlagene Projekt ansetzen: Indem das Erfahrungswissen der ProduzentInnen mit den neuesten Forschungsergebnissen zusammen gebracht wird, soll in einer Region exemplarisch der PSM-Einsatz im Ackerbau reduziert werden.

Ziele und Forschungsfragen

Oberziel:

Reduktion der Emissionen durch PSM in einer (noch zu bestimmenden) Ackerbauregion der Schweiz mittels alternativen Massnahmen zur chemischen PSM. Als Eintrittskultur wird Raps vorgeschlagen, eingebettet in den räumlichen (Nachbarkulturen, andere Lebensräume) und zeitlichen Kontext (Fruchtfolge). Je nach lokaler Anbaupraxis werden auch für weitere Kulturen alternative PS-Massnahmen getestet. Ausserdem werden Alternativen zum Unkrautmanagement mit Herbiziden gesucht.

Forschungsfragen:

- 1) Welche alternativen Pflanzenschutzmassnahmen stehen für eine Einführung in die Praxis bereit und welche Wirkung haben sie im gesamten agrarökologischen Kontext der Betriebe der Region?
- 2) Welche Reduktion des chemischen Pflanzenschutzes kann so erreicht werden (Einsatz)?
- 3) Wo stossen die alternativen Pflanzenschutzmassnahmen an ihre Grenzen, so dass auf PSM zurück gegriffen werden muss? Wie verlässlich sind alternative Strategien bzw. steigt das Risiko von Einbussen bei Ertrag und/oder Produktqualität?
- 4) Welche Alternativen zum Unkrautmanagement mit Herbiziden gibt es und wie bewähren sie sich?
- 5) Welches sind die Effekte der Reduktion des chemischen Pflanzenschutzes auf die Biodiversität in den Kulturen und angrenzenden Habitaten, deren Funktionen wie die Bestäubung von Kulturen und auf die Bodenfurchtbakeit?
- 6) Wie hoch sind die Ertragseinbussen und darauf aufbauend, wie wirtschaftlich sind die alternativen Pflanzenschutzmassnahmen? Wie steht es um die Akzeptanz bei Landwirtinnen und Landwirten?

In diesem Projekt wird ein Betriebsnetz aufgebaut. Das ist nur mit finanzieller Unterstützung für die Betriebe möglich (Abgeltung ihres Beitrags zur Forschung, Entschädigung für Zusatzaufwand, mögliche Ertragseinbussen). Möglicherweise kann dieses Betriebsnetz durch ein Ressourcenprojekt nach Art. 77a LWG finanziert werden. Das Betriebsnetz könnte auch für weitere Aktivitäten im Zusammenhang mit dem NAP PSM genutzt werden.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 16 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Beitrag zur Forschungsfrage 2 „Förderung von Nutzorganismen und Ökosystemdienstleistungen“. Das Potenzial der funktionellen Biodiversität zur Kontrolle von Schädlingen soll ausgelotet werden. Das Projekt setzt die funktionelle Biodiversität explizit in den gesamten Kontext von Anbau- und Pflanzenschutzmassnahmen. Es werden pragmatische und funktionierende Synergien gesucht zwischen Nützlingsförderung, Anbaumassnahmen, Bio-control und chemischem Pflanzenschutz. Dabei werden auch die Grenzen der Wirkung der funktionellen Biodiversität ausgelotet.

In diesem Zusammenhang wird auch das Unkrautmanagement untersucht. Es werden Alternativen zur chemischen Bekämpfung ausprobiert und die Wirkung des Unkrautmanagements auf Herbizideinsatz, Ertrag und Biodiversität untersucht.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 5: Das Projekt wird eng mit den Aktivitäten im SFF 5 koordiniert. Insbesondere kommen die Innovationen zum Pflanzenschutz aus diesem SFF. Es wird ein strukturierter Prozess zum Austausch mit den Forschenden des SFF 5 angestrebt, insbesondere zur Forschungsfrage nach den Alternativen zu chemischen PSM. Der Hauptgrund für den Vorschlag, IP+ im SFF 16 anzusiedeln ist der Systemansatz und die räumliche Skala (Betrieb und umgebende Landschaft)..

zu SFF Nr. 2: Der agrarökologische Ansatz wird es ermöglichen, Beiträge zu den Forschungsfragen 3 (innovative Anbausysteme) und 5 (resiliente Anbausysteme) zu leisten. Umgekehrt ist IP+ auf die Erkenntnisse aus SFF 2 angewiesen, um die Kulturmassnahmen so zu optimieren, dass optimale Erträge hoher Qualität bei minimalem Einsatz von chemischen PSM erreicht werden können.

zu SFF Nr. 13: Die Akzeptanz der Landwirte für alternative Pflanzenschutzmassnahmen hängt von deren wirtschaftlichen Auswirkungen und insbesondere auch vom Arbeitsaufwand ab. IP+ wird Unterstützung aus dem SFF 13 suchen, um diese Fragen anzugehen. Damit kann dann ein Beitrag zur Forschungsfrage 3 geleistet werden (Kosten und Nutzen von Innovationen).

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Das Projekt wird Innovationen mit einbeziehen, die für den Biolandbau entwickelt wurden und ihre Anwendung in der integrierten Produktion prüfen. Umgekehrt können Erkenntnisse aus IP+ auch für den Biolandbau relevant sein. Es handelt sich jedoch ausdrücklich nicht um ein Bio-Projekt sondern der Einsatz von chemisch-synthetischen PSM soll nach wie vor möglich sein.

Material und Methoden (grob skizziert)

Das Projekt verfolgt einen partizipativen Ansatz, indem Landwirte und Beratung von Anfang an einbezogen werden (IP Suisse, Agridea, kantonale BeraterInnen). Es ist auf das Anbausystem als Ganzes ausgerichtet (agrarökologische Systemforschung). Erste Gespräche mit IP-Suisse und mit dem SBV wurden bereits geführt.

Gleichzeitig mit der Forschung auf den Betrieben werden auf Agroscope-Versuchsstandort(en) dieselben und/oder zusätzliche (riskantere) alternative PS-Massnahmen geprüft und weiter entwickelt.

Zurzeit laufen Gespräche insbesondere mit Agridea (gemeinsame Stossrichtung) und mit dem BLW (Möglichkeiten über Ressourcenprojekte).

Wir werden versuchen, für dieses Projekt zusätzliche Drittmittel einzuwerben (H2020, SNF, Stiftungen).

2018

- Agroscope-interner Prozess zur Identifikation von nicht-chemischen Pflanzenschutzmassnahmen und smart-farming Techniken, die zu einer Reduktion des PSM-Einsatzes im Ackerbau führen können („best of Agroscope“).
- Literaturstudie, gezielter Einbezug von internationalen Partnern, Konstituierung einer internationalen Begleitgruppe (INRA, Thünen Institut, GWCT, BOKU, etc.).
- Auswahl der Projektregion, Identifizierung einer Gruppe von LandwirtInnen, die an dem Projekt interessiert sind und alternative PSM-Massnahmen durchführen möchten (Zusammenarbeit mit IP-Suisse).
- Partizipativer Prozess zur Auswahl der alternativen PS-Massnahmen gemeinsam mit LandwirtInnen.
- Finanzierungsquelle für Ertragsausfallentschädigung für die LandwirtInnen und für Agridea (z.B. Ressourcenprojekt, Absprache mit BLW).
- Planung von Fruchtfolge und alternativen PS-Massnahmen auf Agroscope Versuchsstandort(en) (z.B. Oensingen) und/oder staatlichen Betrieben (z.B. die Anstalt Witzwil).
- Festlegung von Design und Protokollen für Datenerhebung.
- Definition geeigneter Indikatoren und Monitoringmethoden zur Zielerreichung bezüglich Reduktion von PSM-Emissionen, auch abgestimmt auf vergleichbare Bestrebungen im Aktionsplan PSM und in Zusammenarbeit mit den dafür verantwortlichen Forschungsgruppen
- Messungen von PSM in Böden, Wasser, Erntegut vor der Etablierung der Massnahmen (Nullpunkt).

2019

- Umsetzung von alternativen PS-Massnahmen auf Betrieben und Versuchsstandort(en)
- Begleitende Forschung:
 - o Nützlinge / Schädlinge
 - o Ertrag und Produktequalität
 - o Aufwand und PSM-Einsparung
 - o Messung von PSM in Boden, Wasser und Erntegut
 - o Wirkung auf Bodenfruchtbarkeit
 - o Akzeptanz bei LandwirtInnen
- Erste Auswertungen, Feedback an LandwirtInnen, Auswahl der Massnahmen für das Folgejahr.

2020–2022

- Fortsetzung des Prozesses, analog zu 2019

2023

- Gesamtauswertung wissenschaftlich
- Gesamtauswertung und „lessons learned“ durch LandwirtInnen
- Publikationen in der grünen Presse
- Beratungsmaterial, z.B. auch Videos „Von Landwirt zu Landwirt“, Website
- Publikation in wissenschaftlichen Zeitschriften
- Evaluation des Projektes, Entscheid über Fortsetzung oder Abschluss

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- DEFR (2016). Plan d'action visant à la réduction des risques et à l'utilisation durable des produits phytosanitaires. <https://www.blw.admin.ch/blw/fr/home/nachhaltige-produktion/pflanzenschutz/pflanzenschutzmittel/aktionsplan-pflanzenschutzmittel.html>
- Deguine, J.-P., Gloanec, C., Laurent, P., Ratnadass, A. & Aubertot, J.-N. (2016) Protection agroécologique des cultures, Quae edn. Versailles, France. INRA (2017), 287pp.
- Herzog F., Jacot K., Tschumi M., Walter T. (2017) The role of pest management in driving agri-environment schemes in Switzerland. In: Coll M., Wajnberg E. (eds) Environmental Pest Management. Wiley, 385 – 404.

- Sutter, L., Albrecht, M. & Jeanneret, P. Landscape greening and local creation of wildflower strips and hedgerows promote multiple ecosystem services. Journal of Applied Ecology, doi: 10.1111/1365-2664.12977.
- Wittwer, R.A., Dorn, B., Jossi, W. & van der Heijden, M.G.A. (2017) Cover crops support ecological intensification of arable cropping systems. Scientific Reports, 7.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
 (Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

« IP+ » veut investiguer et implémenter des pratiques agricoles qui permettent de réduire au maximum l'utilisation des produits phytosanitaires en incluant et combinant les moyens biologiques de luttés contre les ravageurs.

Le plan d'action des produits phytosanitaires visant à la réduction des risques et à l'utilisation durable des produits phytosanitaires, nécessite l'application de combinaisons de moyens de lutte non chimiques. Les stratégies de protection intégrée des cultures doivent proposer des approches nouvelles, en combinant des méthodes telles que la lutte biologique augmentative et de conservation, utiliser les couverts végétaux, les cultures intercalaires et associées, le travail réduit du sol, etc. « IP+ » mettra en place ces stratégies dans une perspective de co-innovation avec un réseau d'agriculteurs innovants, dans un contexte de système de cultures selon les principes de l'agroécologie et de l'agriculture de conservation.

Genehmigung des Projektes

Datum: 22.08.2017	Visum FGL: hefe
Datum: 25.8.17	Visum FBL / KBL: baro
Datum: 13.9.2017	Visum V SFF: baro



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.16.19.06.05

Kurzbegriff/Projektakronym (max. 20 Zeichen)

Bienen und Bestäubung

Nr. Bereich.

16

Agrarökologie und Umwelt

Nr. Gruppe

19.6

Agrarlandschaft und Biodiversität

Projektleitung/Stellvertretung

Matthias Albrecht / Felix Herzog

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	762
Beitrag zu SFF	16
Beitrag zu weitem SFF	2, 5, 6

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	7.38, 7.39, 7.40, 7.41, 7.42, 9.6, 28.39, 28.55
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Sicherung von Bestäubungsleistungen durch gezielte Förderung von Wild- und Honigbienen

Wildbienen und Bestäubungsleistungen

Safeguarding pollination services through the targeted promotion of wild and honey bees

Pollinator loss, pollinator conservation, pollination services, pollination deficit, ecosystem services, ecological intensification

Ausgangslage und Problemstellung

Der Ertrag vieler landwirtschaftlicher Kulturen im Acker-, Gemüse- und Obstbau und die Qualität der erzeugten Produkte hängen u.a. davon ab, dass sie ausreichend von Insekten bestäubt werden. Honig- und Wildbienen sind dabei die wichtigsten Bestäuber. Honigbienen, Wildbienen und weitere Bestäuber stehen jedoch in vielen Regionen weltweit und in der Schweiz unter Druck durch das Zusammenspiel verschiedener Gefährdungsursachen wie Habitatverlust und Mangel an geeigneten Nahrungsressourcen, eingeschleppte Krankheiten, und wohl auch Pestizide (Stichwort „Bienensterben“). Es fehlen allerdings Daten zur Entwicklung von Populationen und Vielfalt von Wildbienen in der Schweiz, und wie diese möglichst zeit- und kosteneffizient überwacht werden können. Mit dem Verlust von Bestäuberarten und -populationen ist deshalb nicht nur eine wichtige Komponente der Biodiversität von Agrarökosystemen gefährdet, es stellt sich auch die Frage, ob dadurch die Erträge und/oder die Qualität von insektenbestäubten Kulturen in der Schweiz beeinträchtigt werden. Tatsächlich ist in den letzten Jahren in verschiedenen Ländern Europas wiederholt über „Bestäubungsdefizite“ berichtet worden (Breeze et al. 2014; Garratt et al. 2014; Potts et al. 2016).

In der Schweiz sind in den vergangenen drei Jahren über ein Dutzend parlamentarische Vorstösse zum Thema Honig- und Wildbienengefährdung und Auswirkungen auf die Bestäubung behandelt worden. Der Bundesrat hat 2014 in Erfüllung der Motion UREK (13.3372) „Nationaler Massnahmenplan für die Gesundheit der Bienen“ mehrere Sofortmassnahmen getroffen (Bundesrat 2014). Eine dieser Sofortmassnahmen ist die Aufnahme von „Blühstreifen für Bestäuber und andere Nützlinge“ als neues BFF-Element in die Direktzahlungsverordnung, um die Nahrungsgrundlage für Bienen und andere Bestäuber insbesondere in Ackerbau-geprägten Agrarlandschaften zu verbessern. Dazu sind seit 2015 entsprechende „provisorische“ BFF-Saatmischungen beitragsberechtigt. Diese sind jedoch hinsichtlich ihres Nutzens zur Förderung der Bestäuberdiversität und -gesundheit und Bestäubungsleistungen in den Kulturen,

also auch ihrer agronomischen Eigenschaften, weiter zu optimieren und wissenschaftlich zu begleiten. Honigbienen und Wildbestäuber sind jedoch auch auf Nahrungs- und Lebensgrundlagen in weiteren BFF und halbnatürlichen Habitaten in der Agrarlandschaft angewiesen (Albrecht et al. 2007; Sutter et al. 2017). Um Massnahmen zur Förderung von Bestäubern effektiv gestalten zu können und Bestäubungsleistungen in Kulturen zu optimieren, braucht es deshalb ein besseres Verständnis der räumlich-zeitlich Nutzung von Schlüsselressourcen in der Landschaft, und wie sich diese Dynamik auf die Erbringung von Bestäubungsleistungen in den Kulturen auswirkt. Nebst einem Mangel an geeigneten Nahrungsressourcen sind vermehrt auch mögliche negative Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln, insbesondere Neonikotinoiden, auf Honig- und Wildbienen in den Fokus geraten. Mögliche interaktive (synergistische) Wirkungen von Nahrungsstress und PSM auf Wildbienen sind jedoch kaum untersucht (EASAC 2015).

Die Sicherstellung und Optimierung der Bestäuberleistung ist von vitaler Bedeutung für die landwirtschaftliche Produktion und national und international als dringendes Forschungsthema erkannt (Akademien der Wissenschaften Schweiz 2014; EASAC 2015; Potts et al. 2016). Im Massnahmenplan für die Bienengesundheit wird dazu festgehalten: „Um diese Leistung langfristig zu gewährleisten, sind wissenschaftliche Grundlagen zur Rolle und Relevanz der Honig- und Wildbienen für die Bestäubung notwendig.“ Neue Forschungsergebnisse zeigen, dass die Rolle der Wildbestäuber für die Bestäubung von Wild- und Kulturpflanzen bisher deutlich unterschätzt wurde (Garibaldi et al. 2013) und Wildbienen weltweit rund 50% zur Wertschöpfung von Bestäubungsleistungen beitragen (Kleijn et al. 2015). Wildbienen sind im Vergleich zur Honigbiene oftmals ebenbürtige, effizientere oder gar die alleinigen Bestäuber bestimmter Kulturen. So fliegen einige Wildbienenarten auch bei geringeren Temperaturen und spielen während längeren Schlechtwetterperioden eine wichtige Rolle bei der Bestäubung beispielsweise von Obst (Schindler & Peters 2011). Andererseits können durch den Einsatz von Honigbienenenvölkern mit ihrer grossen Zahl von Individuen hohen Blütenbesuchsraten erreicht werden - bei geeigneten Bedingungen und Kulturen. Es bestehen jedoch nach wie vor grosse Wissenslücken darüber, wie sich Wild- und Honigbienen unter variablen klimatischen Bedingungen für stabile Bestäubungsleistungen optimal ergänzen können. Ganz grundlegend fehlt für die Schweiz weitgehendst eine Datengrundlage, welche es erlauben würde abzuschätzen, in welchen Regionen und für welche insektenbestäubten Kulturen das Angebot von Honigbienen und Wildbestäubern genügend gross und stabil ist für eine optimale Bestäubungsleistung, bzw. in welchem Ausmass Bestäubungsdefizite bestehen oder in Zukunft zu erwarten sind.

Ziele und Forschungsfragen

Forschungsfragen:

Über die Entwicklung von Wildbienenpopulation in der Schweiz gibt es praktisch keine Daten. Nicht zuletzt weil Monitoring-Programme und Evaluationen von Massnahmen zur Förderung der Wildbienen Diversität und -populationen mittels traditioneller Bestimmungsmethoden arbeits-, und damit kosten- und zeitintensiv sind.

Deshalb sollen folgende Fragen beantwortet werden:

- (1) Was ist das Potenzial von der "next generation sequencing" (NGS) Technologie um die Artenvielfalt von Wildbienen zu erheben bzgl. Datenqualität, Geschwindigkeit und Kosten gegenüber traditioneller, morphologischer Bestimmungsmethoden?
- (2) Wo und für welche Kulturen besteht eine grosse Nachfrage nach Bestäubungsleistungen durch Wildbestäuber und gemanagte Bestäuber? Ist das Angebot an wilden und gemanagten Bestäubern ausreichend? Wie wirkt sich dabei das Angebot von BFF und halbnatürlichen Habitaten aus? Wo besteht die Gefahr von Bestäubungsdefiziten?
- (3) Wie sind die Gemeinschaften von Bestäubern zusammengesetzt für diese Kulturen? Welche Bestäuber sind besonders wichtig und geeignet für die verschiedenen Kulturen? Welche Rolle spielt die Honigbiene und das Verhältnis Honigbiene/ Wildbestäuber? Wie kann die Zusammensetzung von Bestäubern optimiert werden für bessere und stabilere Bestäubungsleistungen unter vermehrt variablen klimatischen Bedingungen?
- (4) Wie kann das räumlich-zeitliche Angebot von Nahrungs- und Nistressourcen durch BFF und andere halbnatürliche Habitate verbessert werden, um Bestäuber und Bestäubungsleistungen zu fördern?
- (5) Wie kann insbesondere die Förderung von artenreichen Wildbienenengemeinschaften, wichtigen Bestäubern von Kulturen und Bestäubungsleistungen durch Blühstreifen optimiert werden?
- (6) Welche Effekte haben Neonikotinoide im Zusammenspiel mit weiteren möglichen Stressfaktoren auf Wildbienen?

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 16 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Die Bearbeitung der oben aufgelisteten Forschungsfragen liefert Resultate zum Hauptziel 2 des SFF:
Ziel 2 Förderung von Nutzorganismen und Ökosystemdienstleistungen: Blühstreifen (2.1), Bestäubungsleistung (2.2), Ausstattung der Agrarlandschaft (2.3), Ökosystemdienstleistungen BFF (2.4).

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)
zu SFF Nr. 2: "Ökologische Intensivierung": Minimierung von Ertragspotenzial und erzieltm Ertrag durch nachhaltige Nutzung von natürlichen Ressourcen; Steigerung der Wertschöpfung und Förderung der Resilienz von Anbausystemen durch Optimierung von Ökosystemdienstleistungen (Bestäubungsleistungen)
zu SFF Nr. 5: Auswirkungen von PSM auf Wildbienen (Risikobewertung, Unterstützung Zulassungsverfahren)
zu SFF Nr. 6: Förderung der Honigbienenengesundheit durch Verbesserung der Nahrungsgrundlagen in Agrarlandschaften

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)
Ökologische Intensivierung durch die Förderung von Ökosystemdienstleistungen wie Bestäubungsleistungen ist gerade auch für den Biolandbau sehr wichtig.

Material und Methoden (grob skizziert)
Forschungsfrage (1) wird mittels Metabarcoding beantwortet. Ziel ist die Erarbeitung einer robusten Methodik für die Bestimmung der taxonomischen Vielfalt von Wildbienen. Zudem soll das Potential für quantitative Analysen von Wildbienenproben mittels meta-mitogenomischen und meta-genomischen Methoden ausgelotet werden. Die Kosten der neuen Methoden werden mit denjenigen der traditionellen Methoden verglichen. Synergien mit laufenden Projekten (z.B. Bestäuberstreifen-Projekt) werden genutzt für umfangreiche Beprobungen, um die Methoden zu testen. Dabei werden die Wildbienen parallel mittels morphologischen und molekularen Methoden bestimmt und die Ergebnisse verglichen. Für die molekulare Bestimmung der Wildbienen wird die "barcoding of life database" (BOLD) genutzt und fehlende Arten werden in-house sequenziert und in BOLD eingespeist. Forschungsfragen (2-3) werden hauptsächlich durch Auswertungen von Statistiken, GIS-Analysen, Meta-Analysen von vorhandenen nationalen und internationalen Daten sowie Modellierungen beantwortet. - Grundlagenerhebung (Statistiken, GIS-Analyse) und Modellierungen zur räumlichen Abschätzung von Bedarf und Angebot an Bestäubungsleistung: (i) Fläche/Anteil und räumliche Verteilung insektenbestäubte Kulturen (Bedarf); (ii) Anzahl/Verteilung Honigbienenvölker (Angebot); (ii) GIS-Analyse/ InVEST-Modellierung zur Abschätzung des Potentials für Wildbienenbestäubung (Angebot). - Literaturrecherche/ Datensammlung/ Meta-Analysen zur Zusammensetzung von Bestäubergemeinschaften und Wichtigkeit von verschiedenen Bestäuberarten/ funktionellen Gruppen für wichtige insektenbestäubte Kulturen. - Modellierung zur Abschätzung der Bestäubungsleistung und -stabilität als Funktion der Zusammensetzung von Bestäubergemeinschaften unter Berücksichtigung unterschiedlicher Blütenbesuchsraten, Bestäubungseffizienz unter variablen klimatischen Bedingungen und Szenarien (z.B. Anteil gemanagte Bestäuber, Klima). - Räumlich explizite Modellierung zur Abschätzung von Bestäubungsdefiziten von wichtigen Kulturen (Ist-Zustand, Zukunfts-Szenarien); Validierung in Regionen mit vorhergesagtem hohem bzw. niedrigem Risiko von Bestäubungsdefiziten (falls entsprechende Ressourcen vorhanden). - Zusammenstellung der Resultate als Entscheidungsgrundlage bzgl. Einführung eines Bestäubungsmonitorings. Zusätzlich werden fehlende Daten im Feld empirisch erhoben (z.B. Blütenbesuchsraten von wichtigen Bestäubern unter verschiedenen klimatischen/ Witterungsbedingungen, Blütenbesuchsraten und Bestäubungsleistung von verschiedenen Bestäubergruppen in wichtigen Kulturen in Abhängigkeit von BFF und halbnatürlichen Habitaten). Das laufende Drittmittelprojekt "Besteht bei insektenbestäubten Kulturen in der Schweiz ein Bestäubungsdefizit (Agroscope Reserve, 2016-2018) trägt Resultate zur Beantwortung dieser Forschungsfragen bei; die geplanten weiterführenden Arbeiten bauen teilweise auf den darin zusammengetragenen Datengrundlagen auf. Forschungsfrage (4) wird mittels Felderhebungen in Kombination mit remote sensing (Drohne), Feldexperimenten und Modellierung angegangen: - Identifizierung der wichtigsten Nahrungsressourcen für eine Reihe von Schlüssel-Bestäuberarten zu verschiedenen Zeitpunkten mittels Pollenanalyse und meta-genomics. - Erstellen von "functional resource maps" von Agrarlandschaften mit unterschiedlichen Anteilen und räumlicher Verteilung der identifizierten Ressourcen zu verschiedenen Zeitpunkten im Jahr aufgrund der Erhebung des Blütenangebots mittels Drone und im Feld. - Analyse/ Modellierung von Bestäubungsleistungen in landwirtschaftlichen Kulturen in den kartierten Landschaften als Funktion der zeitlich-räumlichen Verteilung der Nahrungsressourcen; functional resource maps im Vergleich zu traditioneller Habitatkartierung. U.a. wird das laufende Drittmittelprojekt Fragment (SNF, 2016-2018) Resultate zu dieser Forschungsfrage beitragen. Anträge für weitere Drittmittel (z.B. Horizon 2020) u.a. zu diesem Forschungsfeld sind eingereicht. Forschungsfrage (5): Für die Optimierung von Blühstreifen für Bestäuber werden in Feld- und Blockversuchen agronomische Eigenschaften sowie die Effektivität bzgl. der Förderung von Bestäuberdiversität, wichtigen Bestäubern von

Kulturen, und Bestäubungsleistungen in Kulturen im Zusammenspiel mit der Landschaftsaustattung untersucht. Schlüsselfaktoren für die Wirksamkeit von Blühstreifen für die Förderung von Bestäubungsleistungen werden ebenfalls mittels Meta-Analyse der international verfügbaren Daten hierzu identifiziert. Ein Post-Doc-Projekt für ein Feldexperiment in 2018 ist beantragt.

Zur Untersuchung von **Forschungsfrage (6)** werden Feld-, Semi-Feld (Flugkäfige)- und Laborexperimente mit den Modell-Wildbienenarten *Osmia bicornis* und *Osmia cornuta* durchgeführt, um lethale und sub-lethale Effekte von Neonikotinoiden, Nahrungsstress und Krankheiten einzeln und in Kombination zu testen. Verschiedene Entwicklungsstadien und endpoint measures wie Mortalität, Orientierung, Reproduktionserfolg, Fitness und Geschlechterverhältnis werden berücksichtigt. In welchem Umfang die geplanten Arbeiten durchgeführt werden können hängt teilweise vom Erfolg von Drittmittelanträgen (z.B. Horizon 2020) ab.

Wann immer möglich werden Synergien zwischen den laufenden und geplanten oben beschriebenen Teilprojekten genutzt. Zudem werden die beiden Ressourcenprojekte "Honig- und wildbienenfördernde landwirtschaftliche Bewirtschaftung im Kanton Aargau" und "Agriculture et pollinisateurs" in den Kantonen Waadt, Jura und Bern durch das Projektteam wissenschaftlich begleitet und beraten (Albrecht, Sutter, Dietemann, Charrière). Soweit wie möglich werden Erkenntnisse aus diesen Ressourcenprojekten in die Arbeiten einfließen.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Akademien der Wissenschaften Schweiz (2014) Bienen und andere Bestäuber: Bedeutung für Landwirtschaft und Biodiversität. Swiss Academies Factsheets 9.
- Albrecht, M., Duelli, P., Müller, C., Kleijn, D., & Schmid, B. (2007a) The Swiss agri-environment scheme enhances pollinator diversity and plant reproductive success in nearby intensively managed farmland. *Journal of Applied Ecology* 44: 813-822.
- Breeze, T. D., Vaissière, B. E., Bommarco, R., Petanidou, T., Seraphides, N., Kozák, L., et al. & Potts, S. G. (2014): Agricultural policies exacerbate honeybee pollination service supply-demand mismatches across Europe. *PLoS ONE* 9: e82996.
- Bundesrat (2014) Nationaler Massnahmenplan für die Gesundheit der Bienen. Bericht des Bundesrates In Erfüllung der Motion der Kommission Umwelt, Raumplanung und Energie (UREK) vom 6. Mai 2013 (13.3372). Bern, Schweizerische Eidgenossenschaft.
- EASAC (2015): Ecosystem services, agriculture and neonicotinoids. European Academies Science Advisory Council. <http://www.easac.eu/home/reports-and-statements/detail-view/article/ecosystem-se.html>
- Garibaldi, L.A., Steffan-Dewenter, I., Winfree, R., Aizen, M.A., Bommarco, R., Cunningham, S.A., Kremen, C., Carvalheiro, L.G., Harder, L.D., Afik, O. et al & Klein, A. 2013. Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. *Science*, 339: 1608-1611.
- Garratt, M. P. D., Truslove, C. L., Coston, D. J., Evans, R. L., Moss, E. D., Dodson, C., et al. & Potts, S. G. (2014): Pollination deficits in UK apple orchards. *Journal of Pollination Ecology*: 12: 9-14.
- Potts, S.G., Imperatriz-Fonseca, V., Ngo, H.T., Aizen, M.A., Biesmeijer, J.C., Breeze, T.D., Dicks, L.V., Garibaldi, L.A., Hill, R., Settele, J. and Vanbergen, A.J., 2016. Safeguarding pollinators and their values to human well-being. *Nature* 540: 220-229.
- Kleijn D., Winfree R., Bartomeus I., Carvalheiro L.G., Henry M., Isaacs R., Klein A.-M., Kremen C., M'Gonigle L.K., Rader R., et al. & Potts S.G. (2015): Delivery of crop pollination services is an insufficient argument for wild pollinator conservation. *Nature Communications* 6: 1– 8. doi: 10.1038/ncomms8414.
- Sutter, L., Jeanneret, P., Bartual, A.M., Bocci, G., Albrecht, M. (2017) Enhancing plant diversity in agricultural landscapes promotes both rare bees and dominant crop-pollinating bees through complementary increase in key floral resources. *Journal of Applied Ecology*. doi:10.1111/1365-2664.12907.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet (Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Honig- und Wildbienen spielen eine unverzichtbare Rolle als Bestäuber von Wildpflanzen und vielen landwirtschaftlichen Kulturen. Wir erarbeiten das notwendige Grundlagen- und Praxiswissen, um das Zusammenspiel verschiedener Gefährdungsursachen von Bienen zu verstehen und entwickeln Massnahmen wie Wild- und Honigbienen in Agrarlandschaften effektiv gefördert werden können, um ihre Diversität zu erhalten und Bestäubungsleistungen für die Landwirtschaft zu sichern.

Der Ertrag vieler landwirtschaftlicher Kulturen im Acker-, Gemüse und Obstbau und die Qualität der erzeugten Produkte hängen u.a. davon ab, dass sie ausreichend von Insekten bestäubt werden. Honig- und Wildbienen sind dabei die wichtigsten Bestäuber. In diesem Projekt soll das notwendige Grundlagen- und Praxiswissen erarbeitet werden,

welches Potential molekulare Methoden haben bei der Erfassung der Wildbienen(vielfalt), wie sich verschiedene Gefährdungsursachen auf Bestäuber in Agrarökosystemen auswirken, wie man Wildbienen, Honigbienen und Bestäubungsleistungen effektiv und effizient fördern kann, beispielsweise mittels Blühstreifen, und schliesslich wo aufgrund von Angebot und Nachfrage von Bestäubungsleistungen für wichtige insektenbestäubte Kulturen der Schweiz möglicherweise ein Bestäubungsdefizit zu erwarten ist.

Genehmigung des Projektes

Datum: 29.08.2017	Visum FGL: hefe
Datum: 26.10.2017	Visum FBL / KBL: baro
Datum: 26.10.2017	Visum V SFF: baro



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.16.19.08.01

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

TechnologieNützlinge

Nr. Bereich.

19 Agrarökologie und Umwelt

Nr. Gruppe

19.8 Biosicherheit

Projektleitung/Stellvertretung

Michael Meissle / Jörg Romeis

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	960
Beitrag zu SFF	16
Beitrag zu weitem SFF	3, 5, 14

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	28.33, 28.1
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☐ ja ☒ nein

Titel Originalsprache

Chancen und Risiken neuer Züchtungstechnologien für die funktionelle Biodiversität von Arthropoden

Auswirkungen neuer Technologien auf die funktionelle Biodiversität

Opportunities and risks of new breeding techniques for the functional biodiversity of arthropods

genetically modified organisms, molecular plant breeding methods, natural enemies, ecosystem services, functional biodiversity

Ausgangslage und Problemstellung

Bedeutende Fortschritte in der Molekularbiologie führen einerseits zu einem immer besseren Wissen der Funktion von Genen, andererseits zu schnelleren und günstigeren Methoden um gezielte Änderungen im Erbgut vorzunehmen. Bei den meisten der in den letzten 20 Jahren auf den Markt gekommenen transgenen Nutzpflanzen wurde ein artfremdes Gen mithilfe von Mikroorganismen oder ballistischen Verfahren an eine (oder mehrere) zufällige Stellen im Erbgut der Pflanze eingebracht. Neue Methoden des genome editing (z.B. CRISPR/CAS9) erlauben hingegen kleine, gezielte Veränderungen des Erbguts oder das Einbringen von Fremd-DNA an eine bestimmte Stelle. Die wichtigsten kommerziellen gentechnisch veränderten Pflanzen weltweit produzieren insektizide Proteine aus *Bacillus thuringiensis* (Bt) oder sind tolerant gegenüber Totalherbiziden. Neue Eigenschaften, die für die Landwirtschaft von grossem Interesse sind, sind Resistenzen gegen Pathogene, Ertragssteigerung, Toleranz gegen Dürre und Versalzung, Produktion gesundheitsfördernder Inhaltsstoffe oder optimierte Eigenschaften für industrielle Zwecke. In der Pflanzenzüchtung werden vermehrt verschiedene Eigenschaften und/oder mehrere Wirkmechanismen in einer Pflanze kombiniert („stacking“). Neben Pflanzen mit neuen Eigenschaften werden auch Tiere mit molekularen Methoden gezüchtet, wie zum Beispiel sterile Insekten für die Schädlingsbekämpfung.

Während auf über 10% der globalen Ackerfläche gentechnisch veränderte Pflanzen angebaut werden, wird in Europa nur Bt Mais in Spanien und Portugal auf nennenswerten Flächen kultiviert. In der Schweiz wurde das Anbaumoratorium für GV Pflanzen bis 2021 verlängert und es findet praktisch kein Import von GV Nahrungs- und Futtermitteln statt. Die Forschung an und mit GV Pflanzen ist vom Moratorium ausdrücklich ausgenommen.

Aus folgenden Gründen müssen Pflanzen und Tiere, die mit molekularen Methoden gezüchtet wurden, auch in Zukunft untersucht und diskutiert werden:

- Zukünftige neue Eigenschaften von Nutzpflanzen und -tieren könnten auch für die Schweizer Landwirte interessant sein und zu den Zielen der Schweizer Agrarpolitik beitragen (Wettbewerbsfähigkeit, Nachhaltigkeit, Versorgungssicherheit) (1). Beispiele hierfür sind Phytophthora-resistente Kartoffeln oder Feuerbrand-resistente Apfelbäume, die zurzeit im Freilandversuch bei Agroscope untersucht werden (siehe Projekt 18.03.14.04.01).
- Es wird zunehmend schwieriger GVO-freies Futtermittel auf dem Weltmarkt zu bekommen (>80% der Sojaproduktion erfolgt mit GV Sorten), so dass der Verzicht auf GV-haltige Futtermittel immer teurer wird.
- Durch internationale Transporte durch die Schweiz können gentechnisch veränderte Organismen in die Umwelt gelangen (z.B. Auftreten von herbizidtolerantem Raps entlang von Bahntrassen)
- Es ist derzeit unklar ob und wie Pflanzen und Tiere, die mit molekularen Methoden gezüchtet wurden aber keine artfremden Gene beinhalten, reguliert werden.

Werden Pflanzen oder Tiere mit neuen Eigenschaften im Feld angebaut, interagieren sie mit verschiedenen Komponenten des Agrarökosystems. Diese beinhalten verschiedenste Arthropodenarten, die zur Bestäubung, zur biologischen Schädlingskontrolle oder zum Abbau organischen Materials beitragen und deshalb eine vitale Rolle für ein funktionierendes Ökosystem spielen.

Wenn Pflanzen grössere Mengen neuer Substanzen bilden, wie zum Beispiel insektizide Proteine, doppelsträngige RNA, aber auch Fischöle oder Vitamine, werden diese Substanzen von Herbivoren aufgenommen und möglicherweise auch an höhere Glieder der Nahrungskette weiter gegeben (2, 3, 4). Problematisch sind daraus resultierende direkte Effekte, wenn Herbivoren gefördert oder natürliche Gegenspieler, Bestäuber oder Destruenten geschädigt werden (2,4). Durch die Veränderung des Erbguts, vor allem durch die Integration neuer Gene, können andere Genfunktionen beeinträchtigt werden oder die Ressourcen innerhalb des Organismus umverteilt werden. Solche Veränderungen der Zusammensetzung können wiederum indirekt Auswirkungen auf die Glieder der Nahrungskette haben (5).

Schliesslich führt der Anbau von Pflanzen oder das Freilassen von Tieren mit neuen Eigenschaften oft zu einer Veränderung der landwirtschaftlichen Praxis. Dies stellt einerseits eine Chance für die Biodiversität dar, wenn schädliche Pestizide eingespart werden oder bodenschonende Anbauverfahren möglich werden. Andererseits müssen Massnahmen ergriffen werden, damit nicht mehr Pestizide ausgebracht werden (z.B. bei herbizidtoleranten Pflanzen), eine Resistenzbildung bei Unkräutern, Pathogenen und Schädlingen möglichst lange verzögert wird und keine grossflächige Monokulturen durch ein vereinfachtes Management gefördert werden. Um die Chancen von Pflanzen mit neuen Eigenschaften für eine nachhaltigere Landwirtschaft nutzen zu können, müssen entsprechende Rahmenbedingungen nach den Grundsätzen der integrierten Landwirtschaft bestehen und möglichen Risiken muss aktiv entgegen gewirkt werden.

Ziele und Forschungsfragen

Das Hauptziel ist eine Beurteilung von möglichen Auswirkungen von Pflanzen und Tieren mit neuen Eigenschaften auf Ökosystemfunktionen. Dabei werden einerseits Risiken für Produktion und Umwelt, aber auch Möglichkeiten und nötige Rahmenbedingungen für eine nachhaltigere Landwirtschaft erörtert. Der Forschungsschwerpunkt liegt hierbei auf der funktionellen Biodiversität von Arthropoden.

Folgende Forschungsfragen werden bearbeitet:

- Wie können mögliche Auswirkungen von Organismen mit neuen Eigenschaften auf Nützlinge und deren Funktionen im Agrarökosystem untersucht werden?
Ziel ist die Entwicklung von Testmethoden, z.B. für Pflanzen die durch RNA-Interferenz wirken, für Pflanzen mit kombinierten und neuen Bt Proteinen oder auch für transgene Insekten.
- Wie beeinflussen Organismen mit neuen Eigenschaften die Biodiversität und deren Funktionen in landwirtschaftlichen Systemen?
Je nach Fragestellung werden Experimente im Labor, im Gewächshaus, in der Vegetationshalle, oder im Freiland (Protected Site) durchgeführt. Untersucht werden sowohl die Toxizität neu produzierter Stoffe auf Arthropoden und deren Ökosystemfunktionen, wie auch die Umweltexposition und der Abbau im Nahrungsnetz, im Boden und in aquatischen Systemen.
- Unter welchen Bedingungen können Organismen mit neuen Eigenschaften zu nachhaltigeren landwirtschaftlichen Systemen beitragen?
Systeme mit Organismen mit neuen Eigenschaften werden mit konventionellen Systemen in der Schweiz und weltweit verglichen, wobei direkte und indirekte Effekte, sowie veränderte landwirtschaftliche Praxis berücksichtigt werden.
- Wie können wissenschaftlichen Erkenntnisse zur Verbesserung der Risikobeurteilung und des Monitoring, sowie zur Versachlichung der öffentlichen und Diskussion beitragen?
Wissenschaftliche Erkenntnisse werden für Behörden und die Öffentlichkeit leicht verständlich aber fachlich korrekt aufgearbeitet und präsentiert. Dabei werden die agrarpolitischen Ziele der Schweiz berücksichtigt.

Teilprojekte, die während des Zeitraumes 2018-2021 bearbeitet werden:

- 1) Metaanalyse von Literaturdaten (OB Mittel). Die Literatur über die Auswirkung von insektensensitiven GV Pflanzen auf Nützlinge umfasst mehrere hundert Papers. Schlussfolgerungen kann man am besten ziehen, wenn alle Daten

nach standardisierten und transparent dokumentierten Protokollen einer statistischen Metaanalyse unterzogen werden. Eine solche Analyse wird mit Daten für Bt Mais durchgeführt (6).

- 2) Mögliche Rolle von Biotech-Pflanzen in Integrierten Produktionssystemen (OB-Mittel). Möglichkeiten sollen aufgezeigt und analysiert werden, wie Pflanzen, die mit biotechnologischen Methoden erzeugt wurden, zur Verbesserung von Produktionssystemen beitragen können. Ein Fokus ist dabei die Umweltauswirkung, aber auch sozioökonomische Aspekte fliessen bei der Bewertung ein. Mögliche Partner, die Informationen für Schweizerische, aber auch internationale Produktionssysteme geben können, werden eruiert. Als wichtige Vernetzungsplattform dienen die Meetings der IOBC-WPRS Arbeitsgruppe „GMO's in Integrated Plant Production“, die alle zwei Jahre unter der Mitwirkung von Agroscope organisiert werden (www.eigmo.info).
- 3) Auswirkungen von HOSUT Weizen auf Herbivoren als Indikatororganismen (Gastwissenschaftlerin). Durch eine gentechnische Veränderung transportiert HOSUT Weizen effizienter Stärke in die Körner, was zu höherem Ertrag führt. Solche Änderungen könnten auch Auswirkungen auf das Nahrungsnetz im Feld haben. Blattläuse dienen hierfür als Indikatororganismen, da sie sehr eng mit der Pflanze verbunden sind. Experimente werden auf der Protected Site (natürliche Populationen) und im Gewächshaus (Mesokosmen und einzelne Individuen) durchgeführt.
- 4) Auswirkungen von cis-genen Apfelbäumen auf Destruenten (Teilprojekt des Drittmittelprojektes MAACISA, eingebettet im Projekt 18.03.14.04.01). Laubstreu der auf der Protected Site gepflanzten feuerbrandresistenten Apfelbäume wird gesammelt und mithilfe eines vorher entwickelten Biotests mit der Laubstreu konventioneller Apfelbäume verglichen. Im Testsystem für Destruenten wird *Drosophila melanogaster* eingesetzt.
- 5) Auswirkungen von Bt Mais mit mehreren Transgenen (SmartStax) auf die Nahrungskette (Drittmittel, OB Mittel). Untersucht wird, ob Mais der 6 insektizide Bt Toxine und 2 Herbizidtoleranzgene exprimiert, Auswirkungen auf Herbivoren, Prädatoren und aquatische Organismen hat.
- 6) Auswirkungen von mCry52-Baumwolle auf Nichtziel-Arthropoden (Gastwissenschaftler/Drittmittel). Dieses neue Baumwoll-event produziert ein modifiziertes Toxin aus *Bacillus thuringiensis*, das auf saugende Insekten (v.a. Wanzen und Thripse) wirkt. Da viele nützliche Insekten aus den gleichen taxonomischen Gruppen kommen, untersuchen wir mögliche negative Auswirkungen auf Prädatoren, die zur Schwächung der biologischen Schädlingskontrollfunktion führen könnten. Die Erkenntnisse aus international relevanten Modellsystemen zur Wirkung von Bt Pflanzen in der Nahrungskette können auch für mögliche zukünftige Kulturpflanzen für die Schweiz von Bedeutung sein.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 16 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Der Erhalt der funktionellen Biodiversität ist entscheidend für nachhaltig funktionierende Agrarökosysteme in denen Bestäuber, natürliche Gegenspieler und Destruenten ihre Aufgaben erfüllen. Dieses Projekt beurteilt neue landwirtschaftliche Technologien bezüglich Auswirkungen auf die funktionelle Biodiversität, vor allem auf nützliche Arthropoden. Wenn die ökologischen Auswirkungen von Organismen, die mit neuen Technologien erzeugt wurden, minimal sind, haben sie grosses Potential zur ökologischen Intensivierung beizutragen.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 3: In SFF3 wird untersucht, wie sich Pflanzen mit neuen Eigenschaften im Freiland unter Schweizerischen Bedingungen verhalten. Dabei stehen vor allem agronomische Eigenschaften im Vordergrund. Die Begleitforschung zu Fragen der biologischen Sicherheit, wie z.B. die Auswirkung von cis-genen Kartoffeln oder von HOSUT Weizen auf Blattläuse, sowie die Effizienz der Einnetzung bezüglich Bestäuber, sind ein wichtiger Teil der Freilandversuche.

zu SFF Nr. 5: Die Reduktion von chemischen Pflanzenschutzmitteln ist ein wichtiges agrarpolitisches Ziel der Schweiz. Pflanzen mit neuen Eigenschaften können, wenn sinnvoll eingesetzt, helfen um chemische Pestizide zu reduzieren (z.B. insektenresistenter Mais, Phytophthora-resistente Kartoffel, feuerbrandresistente Äpfel). Unsere Expertise kann wertvoll sein in der Diskussion wie chemische Pestizide nachhaltig reduziert werden könnten.

zu SFF Nr. 14: Nachhaltige und gleichzeitig effiziente Produktionssysteme zu schaffen ist eine der grössten Herausforderungen in der modernen Landwirtschaft. Pflanzen mit neuen Eigenschaften könnten dazu einen wesentlichen Beitrag leisten. Wichtig für deren nachhaltigen Anbau ist jedoch, dass die Rahmenbedingungen stimmen und die Pflanzen in funktionierende, integrierte Produktionssysteme eingebunden werden. Erfahrungen aus anderen Ländern mit gentechnisch veränderten Pflanzen könnten auch für die Weiterentwicklung der Anbausysteme in der Schweiz wertvoll sein.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Material und Methoden (grob skizziert)

Für die Untersuchung der Auswirkungen von Pflanzen mit neuen Eigenschaften auf Herbivore und Nützlinge werden Versuche im Labor, im Gewächshaus, sowie im Feld durchgeführt.

Im Labor werden vor allem Testsysteme entwickelt, in denen die zu untersuchenden Arthropoden mit Pflanzenmaterial oder mit Kunstdiät, in die Testsubstanzen eingearbeitet werden, gefüttert werden. Hierfür werden die Testorganismen in der Regel einzeln oder in kleinen Gruppen in Gefässen gehalten und regelmässig mit dem Testmaterial gefüttert. Die Untersuchungen finden in standardisierten Umgebungen, wie Klimakammern oder Klimaschränken, statt. Parameter wie Mortalität, Entwicklungszeit und Reproduktion werden erfasst. In jedem Testsystem werden entsprechende Kontrollen (Positiv- und Negativkontrollen) erhoben, die dann statistisch mit den Daten der Behandlungen verglichen werden. Ein wichtiger Aspekt beim Verwenden von Pflanzenmaterial ist die Erarbeitung einer Baseline mit konventionellen Sorten, damit die Ergebnisse der Pflanzen mit neuen Eigenschaften entsprechend interpretiert werden können (7,8).

Um die Exposition von Arthropoden entlang der Nahrungskette gegenüber insektiziden Proteinen zu erfassen, werden Messungen in Pflanzen, Herbivoren und Nützlingen mit immunologischen Verfahren (ELISA) durchgeführt (2-4). Für die Messung von Expression und Stabilität von dsRNA werden entsprechende molekulare Methoden angewandt.

Versuche auf Populationsebene (z.B. Entwicklung von Blattlauspopulationen) werden mit ganzen Pflanzen in Käfigen oder mit Pflanzenteilen in Gazesäcken im Gewächshaus durchgeführt.

Versuche zur Streuabbau (z.B. von Apfelblättern) finden mit Streubeuteln statt. Hierfür werden Blattstücke in Gazesäcke verpackt und unter Feldbedingungen exponiert. Das so konditionierte Material wird gewogen und in Laborversuchen an Destruenten verfüttert.

Populationen von Herbivoren und Nützlingen werden auch im Freiland auf der Protected Site untersucht. In regelmässigen Abständen während der Vegetationsperiode werden visuelle Bonituren durchgeführt. So werden z.B. Blattläuse und andere Arthropoden auf Kartoffelblättern und Weizenhalmen aufgenommen und die Bestäubergemeinschaft an Apfelblüten beobachtet.

Neben der Forschung im Labor, Gewächshaus und Freiland finden Desk-Studies mit bereits publizierten Datensätzen statt. Da seit mehr als 20 Jahren Forschungsarbeiten zu ökologischen Effekten von GV Pflanzen publiziert werden, ist die Anzahl der zur Verfügung stehenden Daten relativ gross. Diese Daten werden in Datenbanken standardisiert aufgenommen, einer Qualitätsprüfung unterzogen und schliesslich mit statistischen Methoden in einer Metaanalyse ausgewertet. Zwei umfangreiche Datenbanken werden hierfür genutzt, einerseits die Datenbank zur Arthropodenfauna in Europäischen Kulturpflanzen, die für die European Food Safety Authority erstellt wurde, andererseits der Datensatz zu weltweiten Arthropoden in Bt- und Nicht-Bt Maisfeldern. Die international anerkannte Methodik der "systematic reviews" wird für Literaturprojekte angewandt (6).

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Akademien-Schweiz (2013) Gentechnisch veränderte Nutzpflanzen und ihre Bedeutung für eine nachhaltige Landwirtschaft in der Schweiz. Akademien der Wissenschaften Schweiz, Bern. 53 S.
- Svobodová Z, Shu Y, Skoková Habuštová O, Romeis J, Meissle M (2017) Stacked Bt maize and arthropod predators: exposure to insecticidal Cry proteins and potential hazards. Proc. R. Soc. B 284: 20170440.
- Eisenring M, Romeis J, Naranjo SE, Meissle M (2017) Multitrophic Cry-protein flow in a dual-gene Bt-cotton field. Agric. Ecosyst. Environ. 247: 283-289.
- Li Y, Zhang Q, Meissle M, Yang Y, Wang Y, Hua H, Chen X, Peng Y, Romeis J (2017) Bt rice in China — focusing the nontarget risk assessment. Plant Biotechnol J (im Druck) <https://doi.org/10.1111/pbi.12720>
- Devos Y, Álvarez-Alfageme F, Gennaro A, Mestdagh S (2016) Assessment of unanticipated unintended effects of genetically modified plants on non-target organisms: a controversy worthy of pursuit? J. Appl. Entomol. 140: 1-10.
- Meissle M, Naranjo SE, Kohl C, Riedel J, Romeis J (2014) Does the growing of Bt maize change abundance or ecological function of non-target animals compared to the growing of non-GM maize? A systematic review protocol. Env Evidence 3: 7.
- Romeis J, Hellmich RL, Candolfi MP, Carstens K, De Schrijver A, Gatehouse AMR, Herman RA, Huesing JE, McLean MA, Raybould A, Shelton AM, Waggoner A (2011) Recommendations for the design of laboratory studies on non-target arthropods for risk assessment of genetically engineered plants. Transgenic Res. 20, 1-22.
- Romeis J, McLean MA, Shelton AM (2013) When bad science makes good headlines: Bt maize and regulatory bans. Nature Biotechnol. 31: 386-387.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Pflanzen, die mit biotechnologischen Methoden erzeugt wurden, können die landwirtschaftliche Praxis erleichtern und die Belastung durch chemische Pestizide reduzieren. Für eine nachhaltige Nutzung dieser Pflanzen

müssen Nebenwirkungen auf die Biodiversität minimiert werden. Agroscope untersucht die ökologischen Auswirkungen von Pflanzen mit neuen Eigenschaften schwerpunktmässig auf Nützlinge.

Pflanzen, die mit biotechnologischen Methoden erzeugt wurden, können die landwirtschaftliche Praxis erleichtern, Erträge steigern und die Umweltbelastung durch chemische Pestizide reduzieren. Für eine nachhaltige Nutzung dieser Pflanzen müssen Nebenwirkungen, unter anderem auf die Biodiversität, minimiert werden. Agroscope untersucht die ökologischen Auswirkungen von Pflanzen mit neuen Eigenschaften schwerpunktmässig auf Nützlinge und analysiert, wie diese Pflanzen bestehende Produktionssysteme verbessern könnten. Hierfür entwickelt Agroscope Methoden und erforscht Interaktionen zwischen Pflanzen, Herbivoren und nützlichen Arthropoden im Labor, im Gewächshaus und im Freiland auf der Protected Site.

Genehmigung des Projektes

Datum: 22.08.2017	Visum FGL: rojo
Datum: 25.08.2017	Visum FBL / KBL: baro
Datum: 00.00.2017	Visum V SFF: baro



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.16.19.08.02

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

NatReg

Nr. Bereich.

19 Agrarökologie und Umwelt.

Nr. Gruppe

19.8	Biosicherheit
12.6	Extension Obstbau
16.1	Phytopathologie und Zoologie Obst- und Gemüsebau
19.6	Agrarlandschaft und Biodiversität

Projektleitung/Stellvertretung

Jana Collatz / Dominique Mazzi

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	1200
Beitrag zu SFF	16
Beitrag zu weitem SFF	5

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	4.22, 5.4, 6.2, 9.6, 12.50, 13.31, 13.35, 13.54, 13.55, 13.75, 18.32, 18.64, 18.124, 18.134, 23.129, 27.1, 28.32, 28.37, 28.38, 28.53, 28.55, 29.10, 29.19, 29.20, 29.38, 29.46
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Funktionelle Biodiversität und Ökosystemdienstleistungen in mehrjährigen Kulturen

Natürliche Schädlingsregulation in Dauerkulturen

Functional biodiversity and ecosystem services in perennial crops

area-wide pest management, arthropod movement, conservation biocontrol, *Drosophila suzukii*, habitat use, high-stem tree orchards, invasive species, natural enemies, overwintering, pest-suppressive landscapes, semi-natural habitats, surveillance, vineyard biodiversity

Ausgangslage und Problemstellung

Die Agrarlandschaft umfasst neben den bewirtschafteten Flächen auch halbnatürliche Lebensräume wie Hecken, Baumbestände, Brachflächen und Blühstreifen. Gerade die Agrarökosysteme der Schweiz sind kleinräumig strukturiert, so dass Kulturen und halbnatürliche Flächen in engem Austausch miteinander stehen. Halbnatürliche Lebensräume weisen gegenüber der bewirtschafteten Fläche in der Regel eine höhere Artenvielfalt auf und können damit zu einer erhöhten Ökosystemdienstleistung beitragen. Sie wirken positiv auf das Landschaftsbild, leisten einen Beitrag zum Umweltziel Biodiversitätsförderung und können auch funktionelle Biodiversitätselemente wie Bestäubung und biologische Kontrolle von Schädlingen beitragen. Gleichzeitig hat die Förderung halbnatürlicher Lebensräume in der Agrarlandschaft auch einen Preis: Die Flächen stehen zur Bewirtschaftung nicht zur Verfügung und können ausserdem unerwünschte Wirkungen auf die umliegenden Kulturen haben. Sie können ein Reservoir für Schädlinge darstellen, die in den halbnatürlichen Lebensräumen z.B. geeignete Überwinterungshabitate, alternative Nahrungsquellen oder Rückzugsorte während Perioden ungünstiger Umweltbedingungen finden. Darüber hinaus können halbnatürliche Lebensräume auch die Bewegungen von Schad- und Nutzarthropoden in der Agrarlandschaft lenken und so als Korridore oder Barrieren die Ausbreitung erleichtern oder erschweren.

Die Gestaltung einer Agrarlandschaft, welche das Auftreten und die Verbreitung von Schädlingen unterdrückt und gleichzeitig die positiven Aspekte der Biodiversität maximal zur Geltung bringt, stellt daher eine Herausforderung dar. Anhand von Modellsystemen soll im geplanten Projekt die Wirkung der Agrarlandschaft auf Schadarthropoden sowie deren Antagonisten untersucht werden.

Ein geeignetes und aktuelles Modellsystem zur Untersuchung der natürlichen Schädlingsregulation stellt die Kirschessigfliege *Drosophila suzukii* dar. Neben Beeren-, Steinobst-, und Reb-Kulturen kann die Kirschessigfliege auch zahlreiche Wildfrüchte z.B. in Waldflächen oder Wildhecken nutzen und findet so über einen langen Zeitraum Wirtspflanzen zur Vermehrung. Kulturspezifische Eigenheiten wie lokale Produktion oder Direktvermarktung (d.h. Früchte reifen lange in der Kultur), hohe Arbeitskosten für Hygienemassnahmen in den Kulturen und Nachsortierung befallener Früchte sowie die Produktion in extensiv bewirtschafteten Hochstammanlagen stellen weitere Herausforderungen für die Bekämpfung der Kirschessigfliege dar und unterstreichen den Wissens- und Handlungsbedarf zur Rolle der Agrarlandschaft für die natürliche Schädlingsregulierung. Relevante Arbeiten mit der Kirschessigfliege finden seit dem Erstauftreten in der Schweiz statt und wurden verstärkt im Rahmen der seit 2015 operativen, BLW-finanzierten Task Force Kirschessigfliege.

Während der Schwerpunkt der Arbeiten derzeit auf der Kirschessigfliege liegt, sind erarbeitete Erkenntnisse auf andere Systeme übertragbar. Zum einen weil zu erwarten ist, dass die erfolgsbestimmenden ökologischen Eigenschaften, welche für die rasche globale Invasion der Kirschessigfliege verantwortlich sind, auch bei weiteren, in Zukunft in die Schweiz eingeschleppten Schadarthropoden auftreten. Zum anderen da in der kleinräumigen Agrarlandschaft der Schweiz Auswirkungen von Landschaftsfaktoren in besonderem Masse zum Tragen kommen.

Ein zweites etabliertes Modellsystem ist die Förderung von artenreichen Rebbergen. Bei "dauerbegrüntem" Reben kann mit der Einsaat einer geeigneten Samenmischung die floristische Vielfalt in den Rebzeilen und im Wendebereich erhöht werden. Gerade Weinbergökosysteme eignen sich hervorragend dafür, die Biodiversität zu erhöhen und zu nutzen: Sie haben im Vergleich zu einjährigen Kulturen ein grosses Potenzial, die Biodiversität auf der Anbaufläche selber zu gestalten und schlussendlich zu erhalten. Ausserdem verfolgt der Weinbau weniger das Ziel, hohe Erträge zu erzeugen sondern setzt auf Qualitätsprodukte. Diese Spielräume gilt es zu nutzen, um positive Effekte für den Weinbau durch eine Förderung der Biodiversität zu erzielen.

Ein drittes Modellsystem sind Hochstamm-Feldobstgärten. Sie werden im Rahmen des ökologischen Ausgleichs unterstützt, um die damit verbunden wildlebenden Arten in der Agrarlandschaft zu erhalten. Sie erbringen auch weitere Ökosystemdienstleistungen (Bodenschutz, Landschaftsbild, Kohlenstoffbindung usw.). Da sie jedoch betriebswirtschaftlich oft nicht mehr rentabel sind, wird nach alternativen Kombinationen von Bäumen und Kulturen gesucht (Agroforstwirtschaft). Die Bewertung der Ökosystemdienstleistungen dieser Systeme (Hochstamm, Agroforst), kann nicht nur auf Stufe der Parzelle erfolgen, sondern muss auch in den landschaftlichen Zusammenhang gestellt werden. Zur Erfassung der Ökosystemdienstleistungen auf dieser Ebene werden Modelle entwickelt und verwendet.

Ziele und Forschungsfragen

Übergeordnetes Ziel ist es, das Wissen über den Einfluss halbnatürlicher Habitate in der Agrarlandschaft auf Schädlings- und Nützlingspopulationen und auf Ökosystemdienstleistungen generell zu vertiefen. Spezifisch werden die folgenden Aspekte untersucht:

- Umweltansprüche von Schadarthropoden und deren natürlichen Antagonisten als Grundlage zur strukturellen Gestaltung und räumlichen Anordnung von nicht bewirtschafteten Lebensräumen im Umfeld der Kulturen, welche natürlichen Antagonisten adäquate Ressourcen bieten, ohne den Schädlingen zugutezukommen.
- Verteilung und Verbreitung von Schadarthropoden und deren Antagonisten in der Agrarlandschaft und daraus resultierende Reichweite von Effekten.
- Rolle der unterschiedlichen halbnatürlichen Lebensräume wie Hecken, extensive Wiesen, Waldränder, Hochstamm-Obstbäume und Wildobstbestände als Reservoir für Schadarthropoden und deren natürliche Antagonisten sowie als Barrieren bzw. Korridore, welche die Ausbreitung beeinflussen.
- Einfluss von Häufigkeit und Diversität der Antagonisten in halbnatürlichen Lebensräumen auf die Reduktion von Ertragseinbussen und Wirtschaftlichkeit der Schaffung und Erhaltung von Nützlings-schonenden Massnahmen.
- Entwicklung spezifischer Mischungen von Einsaaten, um die biologische Vielfalt im Rebberg zu fördern und zu erhalten und damit die Ökosystemdienstleistungen inklusive die natürliche Schädlingsregulation und schlussendlich die Produktion im Rebberg zu stärken.
- Entwicklung von Modellen zur Messung von Ökosystemdienstleistungen von Agroforstsystemen auf Landschaftsebene am Beispiel Agroforstwirtschaft. Aufskalierung von erfassten Fallstudiengieten auf eine grössere räumliche Ebene.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 16 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

- Erkenntnisse zu Ansprüchen von Nützlingen und Schadarthropoden an die Raumausstattung der Agrarlandschaft zur bestmöglichen Förderung von Ökosystemdienstleistungen.
- Optimierung der Ausgestaltung und räumlichen Anordnung von halbnatürlichen Strukturen, um optimale Bedingungen für eine wettbewerbsfähige Produktion hochwertiger pflanzlicher Erzeugnisse zu schaffen.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 5: Die Verbesserung der natürlichen Schädlingsregulierung leistet einen Beitrag zur Reduktion des Pflanzenschutzmitteleinsatzes in Einklang mit dem Nationalen Aktionsplan zur Risikoreduktion und nachhaltigen Anwendung von Pflanzenschutzmitteln. Das Verständnis der saisonalen Dynamik des Auftretens, der Verbreitung und der Raumnutzung von Schädlingen ermöglicht einen präziseren Pflanzenschutzmitteleinsatz. Eine ganzheitliche Betrachtung des Agrarökosystems, einschliesslich der ungenutzten Habitate im Umfeld der Kulturen, unterstützt die Entwicklung und Umsetzung integrierter Pflanzenschutzstrategien und steigert deren Wirksamkeit.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Die Verbesserung der natürlichen Regulationsmechanismen kommt sowohl der konventionellen als auch der biologischen Landwirtschaft zugute. Der Biolandbau profitiert in besonderem Masse aufgrund der limitierten Palette an zugelassenen Pflanzenschutzmitteln. Der derzeit in der Schweiz noch unterrepräsentierte biologische Weinbau wird gestärkt.

Material und Methoden (grob skizziert)

- Erfassung von Häufigkeit und Diversität ausgewählter Schad- und Nutzarthropoden in unterschiedlichen Landschaftssituationen.
- Aufzeichnung von Bewegungsmustern von Arthropoden aus Vegetationsflächen mittels einer etablierten *in situ*-Markierungsmethode.
- Identifizierung und Erfassung der Effizienz natürlicher Antagonisten von Schadorganismen und ihres Auftretens in bewirtschafteten und halbnatürlichen Lebensräumen.
- Experimentelle Manipulation ausgewählter Landschaftsressourcen und -strukturen im Feld-, Semifeld- und Laborversuch.
- Evaluation der Wirkung von Einsaaten in Rebparzellen von Praxisbetrieben im Hinblick auf Schädlingsregulation und weitere Ökosystemdienstleistungen, Praxisauglichkeit und Produktionserfolg.
- Abschätzung der Ökosystemdienstleistungen von 10 traditionellen Agroforstsystemen (Hochstamm-Feldobst und Wytweiden in der Schweiz, weitere Systeme in Spanien, Frankreich, Deutschland, UK, Rumänien (EU FP7 Projekt www.agforward.eu) mittels Felderhebungen und Modellierungen. Skalierung der Effekte auf Regionen und auf Europa mittels geeigneten Ansätzen (z.B. Similarity analysis) und Fernerkundungsanalysen.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Delabays N., G. Pétremand, D. Fleury 2016. Comparaison de six mélanges pour l'enherbement viticole dans l'arc lémanique. *Revue suisse de viticulture arboriculture horticulture* 48: 322-329.
- Spring J.-L., N. Delabays N. 2006. Essai d'enherbement de la vigne avec des espèces peu concurrentielles: aspects agronomiques. *Revue suisse de viticulture arboriculture horticulture* 38: 355-362.
- Klick, J., W.Q. Yang, V.M. Walton, D.T. Dalton, J.R. Hagler, A.J. Dreves et al. 2016. Distribution and activity of *Drosophila suzukii* in cultivated raspberry and surrounding vegetation. *Journal of Applied Entomology* 140: 37-46.
- Knoll, V., T. Ellenbroek, J. Romeis, J. Collatz 2017. Seasonal and regional presence of hymenopteran parasitoids of *Drosophila* in Switzerland and their ability to parasitize the invasive *Drosophila suzukii*. *Scientific Reports* 7: 40697.
- Landis, D.A., S.D. Wratten, G.M. Gurr 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology* 45: 175-201.
- Pelton, E., C. Gratton, R. Isaacs, S. Van Timmeren, A. Blanton, C. Guedot 2016. Earlier activity of *Drosophila suzukii* in high woodland landscapes but relative abundance is unaffected. *Journal of Pest Science* 89: 725-733.
- Sereke F., M. Dobricki, J. Wilkes, A. Kaeser, A.R. Graves, E. Szerencsits, F. Herzog 2016. Swiss farmers don't adopt agroforestry because they fear for their reputation. *Agroforestry Systems* 90: 385-394.
- Torralba, M., N. Fagerholm, P.J. Burgess, G. Moreno, T. Plieninger 2016. Do European agroforestry systems enhance biodiversity and ecosystem services? A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 230: 150-161.
- Tschumi, M., M. Albrecht, C. Bärtschi, J. Collatz, M.H. Entling, K. Jacot 2016. Perennial, species-rich wildflower strips enhance pest control and crop yield. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 220: 97-103.
- Zhang W., T.H. Rickets, C. Kremen, K. Carneze, S.M. Swinton 2007. Ecosystem services and dis-services to agriculture. *Ecological Economics*, 64: 253-260.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Halbnatürliche Lebensräume wie Hecken, Baumbestände und Blühstreifen weisen gegenüber der bewirtschafteten Fläche oft eine höhere Artenvielfalt auf und erbringen eine erhöhte Ökosystemdienstleistung. Agroscope erarbeitet anhand von Modellsystemen Kenntnisse zur Gestaltung einer Agrarlandschaft, welche das Auftreten und die Verbreitung von Schädlingen unterdrückt und die positiven Aspekte der Biodiversität maximal zur Geltung bringt.

Halbnatürliche Lebensräume wie Hecken, Baumbestände und Blühstreifen weisen gegenüber der bewirtschafteten Fläche oft eine höhere Artenvielfalt auf und erbringen eine erhöhte Ökosystemdienstleistung. Agroscope erfasst mittels Freilanderhebungen, Experimenten in Feld und Labor sowie Modellierungen Vorkommen und Ansprüche ausgewählter Schad- und Nutzarthropoden. Die Kenntnisse tragen zur Gestaltung einer Agrarlandschaft bei, welche das Auftreten und die Verbreitung von Schädlingen unterdrückt und die positiven Aspekte der Biodiversität maximal zur Geltung bringt. So erhält Agroscope nachhaltig die Landschaftsqualität und sichert eine wettbewerbsfähige Produktion hochwertiger, pflanzlicher Erzeugnisse.

Genehmigung des Projektes

Datum: 31.10.2017	Visum FGL: Kürzel
Datum: 31.10.2017	Visum FBL / KBL: Baro
Datum: 31.10.2017	Visum V SFF: baro



SFF 17

Die Landwirtschaft für den Klimawandel fit machen und ihren Beitrag zum Klimawandel vermindern

AutorInnen	Jürg Fuhrer, Pierluigi Calanca, Annelie Holzkämper, David Dubois
Begleitende WissenschaftlerInnen	Jürg Fuhrer
Verantwortliche/r BereichsleiterIn	Robert Baur
Research Peer	Jens Leifeld

Zusammenfassung

Der mittel- und langfristig projizierte Klimawandel birgt für die Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft zahlreiche Herausforderungen. Mit dem Ziel, die Klimaresilienz der Produktionssysteme zu stärken, die Ernährungssicherheit zu gewährleisten und gleichzeitig die Produktionsgrundlagen (Boden, Wasser) zu schonen sowie zu den nationalen und internationalen Klimaschutzzielen beizutragen, müssen wirksame und effiziente Massnahmen erarbeitet werden. Auch sollen mit dem Klimawandel verbundene Opportunitäten genutzt werden können. Dazu gehören geeignete Kulturen-, Sorten- und Standortwahl, klimaangepasste Anbau- und Bewässerungsverfahren sowie Umstellungen in Betriebsführung, Landnutzung, Tierhaltung und Technologie. Die Massnahmen müssen umsetzbar und regional differenziert sein. Dazu müssen künftige Klimarisiken regional prognostiziert und die Wirkung der umgesetzten Massnahmen regelmässig überprüft werden.

Ausgangslage und Hintergrund

Mit dem globalen Klimawandel steigt in der Landwirtschaft das Risiko von Ernteaufschlägen in wichtigen Produktionsgebieten, mit negativen Folgen für die Ernährungssicherheit der Bevölkerung in ärmeren Ländern. Aufgrund der Vernetzung innerhalb des globalen Ernährungssystems wird auch die Schweiz von diesen Veränderungen indirekt beeinflusst sein. In der Schweiz selbst wird der Klimawandel kurzfristig sowohl positive wie negative Wirkungen auf die landwirtschaftlichen Erträge haben, längerfristig steigt aber auch hier das Risiko von Einbüssen durch Hitze und Trockenheit sowohl im Pflanzenbau wie in der Tierproduktion. Die Projektionen von CH2011 (<http://www.ch2011.ch/>) zeigen, dass das Schweizer Klima im Lauf des 21. Jahrhunderts signifikant vom heutigen und vergangenen Zustand abweichen wird. Die mittleren Temperaturen werden in allen Jahreszeiten um mehrere Grade ansteigen. Beim moderaten Szenario A1B muss bis Ende des Jahrhunderts in allen Regionen mit einer Erwärmung von 2.7–4.1 °C und beim Szenario A2 um 3.2–4.8 °C gegenüber dem Vergleichszeitraum 1980–2009 gerechnet werden. Die mittlere Niederschlagsmenge im Sommer dürfte um 18–24 % (A1B) oder 21–28 % (A2) abnehmen. Zusätzlich wird eine Zunahme der Häufigkeit und Intensität von Trockenperioden und Hitzewellen erwartet, sowie mehr und intensivere Starkniederschläge. Allerdings sind die Unsicherheiten in den Projektion von Extremereignissen hoch. Im Mittelland werden abnehmende Abflüsse erwartet, sowie in allen Regionen eine Verlängerung der Vegetationsperiode.

Aus diesen Entwicklungen ergeben sich folgende konkrete Herausforderungen:

1. Veränderungen (Zu-/Abnahme) klimabedingter Risiken in der Pflanzen- und Tierproduktion bedingen mittel- und längerfristige Anpassungen im Risikomanagement im Landwirtschafts- und Ernährungssektor.
2. Mit dem Klimawandel verändert sich das räumliche Muster der Anbaueignung für Kulturen/Sorten, wobei auch neue Potentiale für den Anbau von Kulturen und Sorten entstehen und genutzt werden können.
3. Zur Unterstützung des Anpassungsprozesses müssen Klimadienstleistungen, d.h. Informationen über die Klimaentwicklung und Klimafolgen, sowie ein Monitoring- und Reportingsystem bereitgestellt werden. Ende 2015 wurde das Nationale Zentrum für Klimadienstleistungen ins Leben gerufen, welches auch vom BLW getragen wird und nutzerorientierte Klimainformationen liefern soll (<http://www.meteoschweiz.admin.ch/home/forschung-und-zusammenarbeit/nccs.html>)
4. Die Nachfrage der Bevölkerung nach inländischen Nahrungsmitteln bedingen Anpassungen an den Klimawandel durch wirkungsvolle und robuste Massnahmen auf Stufe Feld, Betrieb und Landschaft, mit Blick auf Klimaresilienz, Multifunktionalität und Schonung der Produktionsgrundlagen (u.a. Boden, Wasser, Luft). Die Nationale Anpassungsstrategie des Bundesrates und der dazugehörige Aktionsplan (<http://www.bafu.ch>)

[admin.ch/klima/13877/14401/index.html?lang=de](http://www.bafu.admin.ch/klima/13877/14401/index.html?lang=de)) priorisiert die Ziele für einzelne Sektoren, so auch für die Landwirtschaft. Mit dem Pilotprogramm «Anpassung an den Klimawandel» von BAFU, BLW und anderen Bundesämtern werden spezielle Optionen für die Anpassung erarbeitet (<http://www.bafu.admin.ch/klima/13877/14401/14913/index.html?lang=de>)

Die Landwirtschaft ist auch verantwortlich für einen massgeblichen Anteil an die gesamten Treibhausgasemissionen. In der Schweiz sind dies 12,3% (2013). In seiner Klimastrategie (<http://www.blw.admin.ch/themen/00010/00071/00265/index.html?lang=de>) hat das BLW das Ziel gesetzt, diese Emissionen bis 2050 um mindestens einen Drittel gegenüber 1990 zu vermindern. Massnahmen zur Emissionsminderung müssen aber im Einklang mit jenen zur Anpassung stehen. Diese Forderung ist auch auf europäischer Ebene formuliert worden (EU agriculture and climate change», http://ec.europa.eu/agriculture/climate-change/factsheet_en.pdf), mit dem Ziel die Landwirtschaft insgesamt resilienter und nachhaltiger zu gestalten.

Vor diesem Hintergrund ergeben sich folgende zusätzlichen Herausforderungen:

5. Klimaanpassung muss Co-Benefits haben mit der Steigerung der Ressourceneffizienz, dem Bodenschutz, dem Klimaschutz (Mitigation der Emissionen von CH₄, N₂O und CO₂, sowie von reaktiven Gasen) und der Ernährungssicherheit.

Als Unterzeichnerstaat der UNO Klimakonvention (UNFCCC) ist die Schweiz verpflichtet, regelmässig die Emissionen zu rapportieren. Zu den Verpflichtungen gehören u.a. das nationale Treibhausgasinventar, nationale Massnahmenprogramme zum Klimaschutz, Zusammenarbeit, u.a. im wissenschaftlichen und technologischen Bereich, sowie Entwicklung von Anpassungsmassnahmen. Das BAFU zusammen mit BLW und Agroscope ist für die Berichterstattung im Sektor Landwirtschaft verantwortlich.

6. Bei Klimaanpassung und Klimaschutz müssen wirtschaftliche Folgen (Kosten/Nutzen) und der Erhalt resp. die Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit bei klimabedingt steigenden Weltmarktpreisen berücksichtigt werden.

Nationales und internationales Forschungsumfeld

Der Wandel des globalen Klimas gehört zu den herausragenden gesellschaftlichen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts und Klimaanpassung und Klimaschutz gehören zu den Sustainable Development Goals der FAO von 2015 zur Bekämpfung von Hunger und zur Verbesserung der Ernährungssicherheit (<http://www.fao.org/post-2015-mdg/home/en/>). Dementsprechend gross sind weltweit die Anstrengungen der Forschung zur Verbesserung des Verständnisses des Klimawandels, seiner Ursachen und Folgen, sowie zur Ausarbeitung von Strategien zur Anpassung und zum Klimaschutz. Im Abkommen von Paris (UNFCCC, COP21) hat sich die Staatengemeinschaft u.a. auf folgende Ziele geeinigt: Begrenzung des künftigen globalen Temperaturanstiegs auf maximal 2°C, besser noch auf maximal 1.5°C, sowie Anpassung an die nachteiligen Auswirkungen des Klimawandels durch Förderung der Klimaresilienz und Reduktion der Treibhausgasemissionen. Dieses Abkommen wird die landwirtschaftliche Forschungsagenda international (z.B. FACCE JPI) und national in den kommenden Jahren stark beeinflussen. Zusätzlich zur Entwicklung transformativer Anpassungspfade wird die Forschung neue, innovative Möglichkeiten für nachhaltige und effektive Massnahmen zur Begrenzung der Treibhausgasemissionen durch landwirtschaftliche Aktivitäten und die Speicherung von Kohlenstoff im Boden einbeziehen. In vielen Bereichen der Landwirtschaft besteht ein Potenzial zur Reduktion der Treibhausgasemissionen, u.a. in der Tierhaltung, der Bodenbearbeitung, den Kulturmassnahmen, aber auch im Ernährungsbereich. Die Herausforderung für die laufende und künftige Forschung im nationalen und internationalen Umfeld besteht nun darin, emissionsmindernde Massnahmen lokal und regional so zu gestalten, dass Zielkonflikte mit anderen Umweltanliegen, den Gesundheits- und Ernährungsbedürfnissen, den Entwicklungszielen und der Klimaanpassung frühzeitig erkannt und vermieden werden können. Entsprechende Anstrengungen laufen u.a. am International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), am Helmholtz Zentrum für Umweltforschung (UFZ), oder im LUC4C Projekt im 7. Rahmenprogramm. Eine wichtige Grundlage sind geeignete Werkzeuge (u.a. Modelle) mit welchen gezielte Informationen bereitgestellt werden können. Ein entsprechendes Ziel verfolgt die internationale Initiative AgMIP (Agricultural Model Intercomparison and Improvement Project) mit einem primären Fokus auf die Klimaauswirkungen auf die Agrarproduktion. Ein ähnliches Ziel wird auf Europäischer Ebene im Rahmen des FACCE-JPI MACSUR verfolgt. Das »Global Land Project« ist eine Initiative zur Förderung internationaler Zusammenarbeit von Wissenschaft und Praxis mit dem Ziel, die Dynamik von Landnutzungssystemen besser zu verstehen und ihre Resilienz gegenüber Änderungen und Variabilität zu stärken. Die Integration von Daten und Modellen ist ein Teilziel dieser Initiative.

Die Präambel des Paris Abkommens mahnt an, Menschenrechte und Ernährungssicherheit zu respektieren und in Art. 2b ist als Unterziel formuliert, die Nahrungsproduktion nicht zu gefährden. Hintergrund liefert die internationale Forschung über den Einfluss des Klimawandels auf die globale Ernährungssicherheit, welche die künftigen Risiken verbunden mit unterschiedlichen Klimaprojektionen (RCPs) auf die verschiedenen Säulen der Ernährungssicherheit untersucht (s. Chapter 7 in IPCC AR5-WGII). Im Fokus stehen die Risiken durch extreme Temperaturen, Wassermangel, Trockenheit, Stürme, Überflutung und Anstieg des Meeresspiegels, speziell in Ländern des Südens, welche vor besonderen Klimarisiken stehen und zusätzlich mit einem starken Bevölkerungswachstum und einem steigenden Bedarf an Menge und Qualität der Nahrungsmittel konfrontiert sind. In Zukunft wird sich die interna-

tionale Forschung auf diese ‚Hotspot‘ Regionen konzentrieren und Lösungen suchen, welche die speziellen sozialen, wirtschaftlichen und politischen Umstände mitberücksichtigen. Das bedeutet eine verstärkte Vernetzung von naturwissenschaftlicher mit sozioökonomischer und politischer Forschung unter Einbezug internationaler Beziehungen im Rahmen des Handels und der Finanzmärkte. Diese Aspekte gehören bereits zu den Prioritäten von Horizon 2020. Beispiel dafür ist das CliMip Projekt der Fondazione Eni Enrico Mattei (FEEM). Aber auch die Erforschung neuer Technologien, einschliesslich der Züchtung resistenter Tierrassen und Pflanzensorten, zur Erhöhung der Klimaresilienz und gleichzeitig zur Minderung der Emissionsintensität von Anbau- und Tierhaltungssystemen, Produktionsketten und ganzen Ernährungssystemen wird weiter ein wichtiges Forschungsthema bleiben. Entsprechende Prioritäten für internationale Zusammenarbeit innerhalb der EU (EU–Africa, EU–China, EU–South East Asia Partnerships im ERA-NET und FACCE-JPI) oder in internationalen, landwirtschaftlichen Forschungsprogramme (u.a. Collaborative Research Initiative in Africa and Asia – CARIAS, CGIAR Research Program on Climate Change CCAFS) zeugen davon. Auf der internationalen Ebene arbeiten in der Schweiz auch das World Trade Institute an der Univ. Bern (Projekt Towards Food Sustainability mit Schwerpunkten in Kenya und Bolivien) gefördert im Rahmen des r4d Projekts von DEZA und SNF und das World Food Systems Center an der ETHZ (z.B. Enhancing Resilience in Food Systems mit Fokus auf Äthiopien und Ghana).

Globale Fragestellungen zum Klimawandel müssen letztlich mit Massnahmen auf regionaler bzw. lokaler Ebene beantwortet werden. Daher wird der regionale/nationale Aspekt in Forschungsvorhaben in zahlreichen Ländern betont. Im Bereich Strategien zum Klimaschutz sind viele nationale Institute daran, emissionsarme Tier- und Pflanzenproduktionsmethoden zu etablieren, u.a. Thünen-Institut (D), BOKU (A), Univ. Aarhus (DK) oder INRA (F), welche unter Berücksichtigung räumlich variabler Bedingungen die Vermeidung von CH₄- und N₂O-Emissionen und die CO₂-Verluste bewirtschafteter Böden untersuchen. Auch hier ist internationale Zusammenarbeit wichtig, wie im abgeschlossene Projekt ANIMALCHANGE in FP7. Als Beispiele für die regionale Klimaanpassung sei das Projekt KLIFF in Niedersachsen oder das Forschungsprogramm StartClim in Österreich erwähnt. Ausgehend von state-of-the-art Klimaszenarien werden Anpassungsmassnahmen entwickelt, damit zum einen die künftige Wettbewerbsfähigkeit von Regionen gestärkt und zum anderen die Entwicklung und Nutzung neuer Technologien, Verfahren und Strategien zur Anpassung an den Klimawandel auf der regionalen Ebene vorangetrieben werden. Eine wichtige Rolle werden in Europa die Klimadienstleistungen (Climate Services) spielen (s. Roadmap for Climate Services der EU DGRI, 2015) und die dazugehörige Forschung ist Teil von Horizon 2020 (s. Work Programme 2016–2017). In Anlehnung an das Global Framework for Climate Services der WMO (www.wmo.int) wurden entsprechende Einrichtungen auf Länderebene gestartet, jüngst auch in der Schweiz. Klimadienstleistungen sind wissenschaftlich basierte Informationen über das vergangene, heutige und zukünftige Klima und seine Folgen. Sie sind Grundlagen für Entscheide zum Umgang mit Klimafolgen, und sind Voraussetzung dafür, dem Klimawandel bereits bei der Planung und Umsetzung von Massnahmen zu berücksichtigen. Parallel werden Programme für Monitoring, Reporting und Evaluation von Adaptation künftig wichtig sein, angestossen durch nationale Anpassungsstrategien sowie die europäische und internationale Politik. Dazu wird die Forschung iterativ und unter Einbezug von Experten und Stakeholdergruppen geeignete Indikatoren ausarbeiten, welche in ihrer Gesamtheit ein kohärentes und robustes Bild der Anpassung geben können (s. EEA Technical Report Not 20/2015). Sie sind deshalb Regionsspezifisch und an die nationalen Begebenheiten anzupassen, wobei der Austausch in international vernetzten Aktivitäten diese Entwicklung unterstützen wird. Auch der Einbezug der Ergebnisse im nationalen Klimareporting, analog zum Reporting der Treibhausgasemissionen, wird im Rahmen der UNFCCC zu entwickeln und anzuwenden sein.

Viele der oben genannten Ansprüche von Politik und Gesellschaft bestimmen auch das nationale Forschungsumfeld in der Schweiz. Aufgrund der Finanzierung im Rahmen nationaler Forschungsprogramme (zuletzt das NCCR Climate) hat sich in der Schweiz die Forschungslandschaft mit Bezug zum Klimawandel stark entwickelt. Zentren wie das C2SM an der ETH, das OCCR an der Univ. Bern sind entstanden, in welchen Grundlagenforschung zur Klimaentwicklung der Vergangenheit und der Zukunft geleistet wird. Ergebnisse dieser Aktivitäten sind für die praxisnahe Klimafolgenforschung entscheidend. Eine wichtige Schaltstelle zwischen Grundlagen- und anwendungsorientierter Forschung bildet Meteoschweiz mit der Erarbeitung von regionalen Szenarien für das Klima in der Schweiz. Ein Nutzer der Klimaszenarien ist u.a. die hydrologische Forschung mit Schwerpunkten bei der Abfluss- und Grundwassermodellierung, die an verschiedenen Instituten erfolgt (u.a. OCCR). In interdisziplinäre Projekten wie dem Synergia Projekt ‚CCAdapt‘ (Climate Change Extremes and Adaptation Strategies considering Uncertainty and Federalism) werden hydrologische, wirtschaftliche und soziale Forschung vereint. Anwendungen von Klimaszenarien mit Bezug zu verschiedenen Politikbereichen werden künftig im NCCS vereint. Zusätzlich zur Agrarforschung benutzt die Waldforschung (WSL, ETHZ) Klimaszenarien um die Waldentwicklung abzuschätzen und u.a. die künftige Baumartenwahl zu unterstützen. Auch der Naturgefahrenbereich (Überschwemmungen) ist im NCCS eingebunden. Wichtige Forschungsschwerpunkte mit Bezug zur Landwirtschaft ausserhalb des NCCS bilden u.a. die Analyse von Klimarisiken im Alpenraum an der Univ. Bern (Mobiliarlab), sowie jene zur Veränderung der Biodiversität an verschiedenen Universitäten und Hochschulen (z.B. Projekt BIOCHANGE der EPFL, Univ. Neuchâtel und WSL). Daneben wird sich künftig die agrarwirtschaftliche Forschung an der ETH mit der Neubesetzung des Lehrstuhls wieder vermehrt mit Klimafolgen und -anpassung beschäftigen. Betreffend Emissionsminderung liegen die

nationalen Aktivitäten ausserhalb von Agroscope im Bereich der ETHZ, u.a. in Bezug auf Tierernährung (CH₄) oder Anbausysteme (CO₂, N₂O) (Inst. Agrarwissenschaften und WFSC) und am FiBL mit Fokus auf den Biolandbau.

Die drei wichtigsten Fragen, die sich national und international zur Thematik des SFF stellen, sind:

- Frage 1: Welches sind die Auswirkungen des Klimawandels auf die Erträge, die Bewirtschaftung, den Krankheits- und Schädlingsdruck, den Wasserbedarf und die Tiergesundheit?
- Frage 2: Welche Massnahmen sind geeignet, um wirkungsvoll und kosteneffizient die Klimaresilienz von Produktionssystemen zu erhöhen, und gleichzeitig die Emissionsintensität und andere Umweltwirkungen zu mindern?
- Frage 3: Welche Änderungen in den politischen, wirtschaftlichen und sozialen Rahmenbedingungen sind für die Umsetzung von Anpassungs- und Minderungsmaßnahmen in die Praxis notwendig?

Stellung und Positionierung von Agroscope im Forschungsfeld

Seit den frühen 1990er Jahren wurden in der Schweiz mehrere grössere Forschungsprogramme mit Bezug zum Thema Klimawandel durchgeführt (NFP31, SPPU-CLEAR, NCCR Climate, EU-ACQWA, NFP61). In allen diesen Programmen war Agroscope mit Projekten beteiligt, welche die Auswirkungen des Klimawandels speziell auf die Schweizer Landwirtschaft, und Möglichkeiten zur Anpassung zum Inhalt hatten. Zudem ist Agroscope Mitglied des C2SM an der ETH Zürich, welches zusammen mit Meteoschweiz die notwendigen Klimainformationen und -projektionen für modellbasierte Impactstudien zur Verfügung stellt. Bisherige Schwerpunkte der Agroscope-Projekte waren u.a. Produktionsverschiebungen, Bewässerungsbedarf, oder Bodeneigenschaften (C-Gehalt). Mit der Schaffung des NCCS im vergangenen Jahr ist nun eine neue Plattform entstanden, auf welcher Agroscope zusammen mit dem FiBL und in Zusammenarbeit mit Meteoschweiz praxisorientierte Klimadienstleistungen erarbeitet und als Grundlage für die Anpassung im Sinne der BLW Klimastrategie zur Verfügung stellt. Der Themenschwerpunkt für die nächsten drei Jahre befasst sich mit Schädlingszenarien. Damit sollen Grundlagen für klimabedingte Anpassungen im Pflanzenschutz geschaffen werden.

Agroscope hat Klimaanpassung stets mit der Frage des Klimaschutzes (Mitigation) verbunden damit Zielkonflikte rechtzeitig erkannt und vermieden werden können. Die Forschung zeichnet sich durch ihre lange zeitliche Dimension und Praxisnähe aus. Seit der Unterzeichnung der UNO Klimakonvention durch die Schweiz ist Agroscope für die jährliche Inventarisierung der Treibhausgasemissionen im Sektor Landwirtschaft zuständig und führt experimentellen Untersuchungen durch (Teilnahme an Projekten und Programmen wie EU-GREENGRASS, EU-NITROEUROPE, EU-ECLAIRE, NFP68), deren Ergebnisse für die Verbesserung und Anpassung der Methodik (u.a. Emissionsfaktoren) an die nationalen Gegebenheiten notwendig sind. Dazu gehörten in der Vergangenheit Emissionsmessungen an unterschiedlich genutzten Mähwiesen und neuerdings an Weidesystemen und genutzten, organischen Böden. Zur Unterstützung der Zielerreichung betreffend Verpflichtungen der Schweiz in der Post-Kyoto Periode entwickelt Agroscope zurzeit ein modellgestütztes System zur Inventarisierung von C-Quellen und -Senken in landwirtschaftlichen Böden. Damit deckt Agroscope das ganze Spektrum des Klimareportings für die CH-Landwirtschaft ab.

Wissenschaftliche Ziele und Forschungsfragen

Hauptziele der wissenschaftlichen Arbeit sind die Förderung des Verständnisses der Folgen des Klimawandels für die Schweizer Landwirtschaft und die Evaluation von Optionen für die mittel- und langfristige Anpassung damit die inländische Landwirtschaft auch unter veränderten Klimabedingungen erfolgreich und klimaschonend produzieren kann. Diesen Hauptzielen sind folgende Forschungsfragen untergeordnet:

1. Ist mittelfristig (2050ff) regional differenziert eine Zu- oder Abnahme der durch den Klimawandel verursachten direkten (speziell durch Extremereignisse) und indirekten (u.a. Schädlinge, Pflanzenkrankheiten, invasive Arten, Verlust der Bodenfruchtbarkeit, etc.) Risiken in der Pflanzen- und Tierproduktion zu erwarten?
2. Wie verändert der Klimawandel das räumliche Muster der Anbaueignung für die heute angebauten Nutzpflanzenarten und -sorten, und welche neuen Potentiale entstehen?
3. Welche robusten und wirtschaftlich tragbaren Massnahmen auf Stufe Parzelle, Betrieb und Raumordnung erhöhen die Klimaresilienz von Produktionssystemen, erhalten die Multifunktionalität der Landwirtschaft und schonen die Produktionsgrundlagen (u.a. Boden, Wasser) bei steigendem Bedarf an inländisch produzierten Nahrungsmitteln?
4. Wie verändert sich der Bedarf an Anpassungsmaßnahmen in der Praxis in Beziehung zum Mass der Klimaänderung (u.a. Temperatur- oder Niederschlagsänderung, Häufigkeit von Extremen) und gibt es kritische Schwellen der Veränderungen für bestimmte Massnahmen?
5. Welche wirtschaftlichen Folgen (Kosten/Nutzen) haben Anpassungs- und Transformationsmassnahmen in Abhängigkeit der Klimaentwicklung, und wie entwickelt sich die Wettbewerbsfähigkeit der Schweizer Landwirtschaft bei klimabedingt steigenden Weltmarktpreisen?
6. Welche Massnahmen in der Stall- und Weidehaltung zur Reduktion der Emissionsintensität der Tierproduktion sind wirkungsvoll und in der Praxis umsetzbar?

7. Mit welchen Massnahmen können Synergien zwischen Klimaanpassung und Klimaschutz (Reduktion der Emissionen und Verbesserung der Senken für Treibhausgase) ohne wirtschaftliche Einbussen erreicht, und wie können diese .ö oder via Lenkungsmassnahmen umgesetzt werden?

Praktischer Nutzen der Aktivitäten im Forschungsfeld und wichtigste Outcomes

Der Klimawandel bedingt von der landwirtschaftlichen Praxis vorsorgliche und nachhaltige Massnahmen zum Umgang mit künftigen Klimarisiken und zur Nutzung neuer Potenziale. Dazu liefert das Forschungsfeld die nötigen Kenntnisse über künftige Klimarisiken, sowohl zeit- wie orts- und systemspezifisch, und macht Angaben zu den entsprechenden Handlungsfeldern. Diese Information dient auch der Verwaltung für die Evaluation von agrarpolitischen Massnahmen zur Förderung von Anpassungsmassnahmen mit einem hohen Wirkungspotenzial. Andererseits liefert das Forschungsfeld Angaben zur Wirksamkeit von emissionsmindernden Massnahmen, welche im Einklang mit den Bedürfnissen der Anpassung sind. Schliesslich werden die Emissionen des Sektors Landwirtschaft gesamthaft berechnet, einschliesslich des Beitrags von Landnutzung und Landnutzungsänderungen über die Veränderung der Boden-C Vorräte. Damit unterstützt das Forschungsfeld die Einhaltung der Verpflichtungen der Schweiz im Rahmen der UNO Klimakonvention (UNFCCC).

Was ist neu im Forschungsfeld?

Um dem verstärkten Bedarf an forschungsbasierten Informationen zu Anpassung an den Klimawandel (Adaptation) und Klimaschutz (Mitigation) gerecht zu werden, sind folgende Aspekte neu im SFF integriert:

- Erarbeitung von Grundlagen für den Umgang mit den durch den Klimawandel verursachten Risiken unter Verwendung neuer Ansätze als nutzer-orientiertem Beitrag an die Klimadienstleistungen des NCCS, anfänglich mit der von Bereitstellung von Szenarien für künftige Schädlingsprobleme im Pflanzenbau
- Evaluation von Massnahmen zur Erhöhung der Klimaresilienz von Anbausystemen unter Berücksichtigung von möglichen Umweltwirkungen, Nutzungskonflikten und der Umsetzbarkeit durch politische Steuerungsmechanismen (mit dem Ziel die Multifunktionalität der Agrarlandschaft langfristig zu erhalten)
- Ausbau des Klimareportings für den Sektor Landwirtschaft durch ein modellgestütztes System zur Quantifizierung von CO₂-Senken und -Quellen in mineralischen Böden, sowie durch die Berücksichtigung neuer Ergebnisse aus Feldmessungen zur Emissionsintensität u.a. von Weidesystemen, wiedervernässten organischen Böden, etc.
- Beurteilung der Wirksamkeit verschiedener agrarpolitischer und technischer Massnahmen auf die Treibhausgasbilanz der CH-Landwirtschaft u.a. unter Verwendung von Szenarien für den Zeithorizont 2050.

Positionierung des SFF im Dreieck «Markt für Primärprodukte», «Betrieb» und «Ressourcen für die Produktion»

Das Forschungsfeld nimmt in Bezug auf die Aspekte ‚Betrieb‘ und ‚Ressourcen für die Produktion‘ eine zentrale Stellung ein. Einerseits unterstützt das Forschungsfeld die Anpassung von betrieblichen Strukturen und Prozesse an veränderte klimatische Bedingungen damit die Klimaresilienz der Produktionssysteme gesteigert wird. Das bedeutet, dass die nötigen Massnahmen in der Bewirtschaftung und in der Betriebsführung getroffen werden, damit der Einfluss von Klimaschwankungen und Klimaextremen gepuffert und neue Potenziale für wettbewerbsfähige Produkte erschlossen werden können. In diesen Transformationsprozessen wird gleichzeitig berücksichtigt, dass Trade-offs mit Klimaschutzzielen vermieden werden. Das bedeutet, dass die Änderung in Produktionsprozessen nicht auf Kosten höherer Emissionsintensitäten erfolgt, sondern die Produktionsressourcen Boden und Wasser sowie das Klima und schützt und im Einklang mit anderen Umweltzielen der Landwirtschaft und den Bedürfnissen an Agrar-Ökosystemdienstleistungen steht.

Inhaltliche Schnittstellen zu den weiteren Forschungsfeldern

- **SFF 15** «Den Boden schützen und standortgerecht nutzen»: Die Bodenbearbeitung und –nutzung hat einen Einfluss auf die Treibhausgasbilanz von Anbausystemen. Daten aus SFF 15 sind somit für das modell-basierte Klimareporting im Bereich AFOLU nutzbar. Zudem liefern Kenntnisse über die Möglichkeit zur Erhöhung der Klimaresilienz des Bodens Hinweise für die Anpassung der Landwirtschaft an den Klimawandel in SFF 17.
- **SFF 14** «Nachhaltigkeit und Ökoeffizienz der Landwirtschaft bewerten und Verbesserungsmöglichkeiten aufzeigen»: SFF 17 liefert Daten zu Treibhausgasemissionen gemäss Vorgaben des IPCC sowie zur Effizienz von Emissionsmindernden Massnahmen, welche im Zusammenhang mit dem Umweltmonitoring Verwendung finden. SFF 17 konzentriert sich auf Kopplung von Anpassung und Mitigation, während SFF 14 sich auf die Steigerung der Effizienz der Ressourcennutzung konzentriert. Ergebnisse von SFF 14 sind andererseits nutzbar für das Klimareporting auf Stufe Land und Betrieb.
- **SFF 1** «Multifunktionale Graslandnutzung und Viehhaltung optimieren und aufeinander abstimmen»: SFF 1 konzentriert sich spezifisch auf Fragen der Graslandnutzung. Dazu gehören die mit dieser Nutzung verbundenen

Treibhausgasemissionen sowie die Klimaresilienz der Graslandssysteme. Ergebnisse aus diesem SFF können in SFF 17 integriert werden und als Beitrag zum Klimareporting (Anpassung und Mitigation) verwendet werden.

- **SFF 2** «Ressourceneffiziente Anbaumethoden und -systeme für den Ackerbau und die Spezialkulturen entwickeln»: Das Ziel von SFF 2 besteht in der Verbesserung der Anbaumethoden im Pflanzenbau zur Verbesserung der Ressourceneffizienz und der Klimaresilienz. Ergebnisse dieser Aktivitäten tragen zum SFF 17 bei, indem spezifischen Daten und Informationen zur Anpassung der Anbausysteme an den Klimawandel verfügbar werden und in SFF 17 in Kombination mit Klimaszenarien auf ihre Wirksamkeit geprüft werden können. Umgekehrt können die Ergebnisse der modellbasierten Sensitivitätsanalysen von Anbausystemen in SFF 2 Hinweise für Schwerpunktthemen liefern.
- **SFF 5** «Nachhaltigen, risikoarmen Pflanzenschutz entwickeln»: Ausgehend von Klimaprojektionen werden in SFF 17 räumliche und zeitliche Schädlingsszenarien berechnet, welche bei der Ausarbeitung von künftigen Strategien für einen nachhaltigen Pflanzenschutz Berücksichtigung finden.

Bestehende und neu geplante Zusammenarbeiten mit anderen Forschungsinstitutionen

Bestehende Zusammenarbeiten:

National

- Univ. Bern, Oeschger Center for Climate Research (OCCR)
- ETH Zürich, Institute for Atmospheric and Climate Science (IAC) & Centre for Climate System Modelling (C2SM)
- National Center for Climate Services (NCCS), insbesondere mit Meteoschweiz
- Universität Zürich
- Universität Basel
- HAFL Zollikofen

International

- INRA, Grignon, Clermont-Ferrand, Lusignan und Montpellier
- Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF), Müncheberg
- Joint Research Centre (JRC) der EC, Ispra
- Consiglio per la Ricerca in Agricoltura (CRA), Bologna
- Thünen Institut, Braunschweig
- Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK), Potsdam
- National Research Institute for Agricultural Meteorology (NRIAM), Obninsk

Neue Zusammenarbeiten:

National

- ETH Zürich, Agrarökonomie

International

- Offen



Projekte des SFF 17:

Die Landwirtschaft für den Klimawandel fit machen und ihren Beitrag zum Klimawandel vermindern

Projets du CSR 17:

Adaptation de l'agriculture au changement climatique et réduction de son impact sur celui-ci

18.17.19.01.01	Klimarisiken für die Landwirtschaft und Möglichkeiten der Anpassung
18.17.19.01.02	Landwirtschaftliche Treibhausgas-Emissionen und Minderungsmöglichkeiten
18.17.19.01.03	CO ₂ -Quellen und Senken in landwirtschaftlichen Böden
18.17.19.07.04	Betrieblicher Klimaschutz und Ressourceneffizienz



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.17.19.01.01

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

KlimAdapt

Nr. Bereich.

19

Agrarökologie und Umwelt

Nr. Gruppe

19.1

Klima und Luftthygiene

Projektleitung/Stellvertretung

Annelie Holzkämper / Pierluigi Calanca

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	1416
Beitrag zu SFF	17
Beitrag zu weitem SFF	1, 2, 5

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	2.32, 2.36, 2.99, 3.21, 4.23, 13.36, 13.47, 15.1, 27.2, 28.69, 28.70, 28.93
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☐ ja ☒ nein

Titel Originalsprache

Klimarisiken für die Landwirtschaft und Möglichkeiten der Anpassung

Klimarisiken und Anpassung

Understanding and managing climate risks in agriculture

climate change and variability; direct and indirect risks; adaptation; decision support

Ausgangslage und Problemstellung

Die landwirtschaftliche Pflanzenproduktion ist in hohem Masse von klimatischen Bedingungen abhängig. Infolge des Klimawandels steigen Temperaturen, Niederschlagsmuster ändern sich und es ist in Zukunft mit einer Zunahme der Häufigkeit von Extremereignissen (z.B. Trockenperioden und Hitzewellen) zu rechnen. Diese Änderungen bringen für die Landwirtschaft in der Schweiz neue Herausforderungen mit sich (z.B. Ertragseinbussen durch Trockenheit oder Hitzestress, höherer Schädlingsdruck); zugleich können aber auch Potentiale für den Anbau von neuen Kulturen oder Sorten entstehen. Um den Spielraum an Nutzungsmöglichkeiten für die Pflanzenproduktion in der Schweiz heute und in Zukunft optimal ausschöpfen zu können, ist es wichtig, direkte und indirekte Auswirkungen des Klimawandels auf die Pflanzenproduktion abzuschätzen. Ausgehend von Erkenntnissen über zu erwartende Risiken, können geeignete Massnahmen zur Klimaanpassung ergriffen werden (i.e. Änderungen in der Kultur-/Sortenwahl, Bewässerung, Pflanzenschutz, Bestimmung von Zuchtzielen). In dem Zusammenhang ist die Erbringung von sogenannten Klimadienstleistungen ein zentrales Anliegen. Klimadienstleistungen sind wissenschaftlich basierte Informationen über das vergangene, heutige und zukünftige Klima und seine Folgen, die als Grundlage für politische, ökonomische und gesellschaftliche Entscheide eingesetzt werden können. Als Gründungsmitglied des "National Centre for Climate Services (NCCS)" hat das BLW die Wichtigkeit der Klimadienstleistungen erkannt und Agroscope beauftragt, einen wissenschaftlichen Beitrag zur ersten Phase des NCCS zu leisten.

Insbesondere bei der langfristigen Planung und Steuerung von Anpassungsmassnahmen kommt der Beurteilung der Ressourceneffizienz von Anpassungsmöglichkeiten eine hohe Bedeutung zu, um mögliche Risiken einer Fehlanpassung frühzeitig zu erkennen und zu vermeiden. Solche Risiken können zum Beispiel entstehen, wenn Anpassungsmassnahmen negative Umweltwirkungen verstärken (z.B. Beeinträchtigung der Wasserqualität und Wasserressourcen durch übermässige Bewässerung).

Neben der naturwissenschaftlichen Abschätzung der Klimarisiken für unterschiedliche Klima- und Anpassungsszenarien ist auch die Beurteilung der Verhältnismässigkeit des Kosten- und/oder Energieaufwands für möglichen Anpassungsmassnahmen von zentraler Bedeutung, um Risiken von Fehlanpassung frühzeitig erkennen zu können.

Ziele und Forschungsfragen

Das **Gesamtziel** des Projektes ist es, die Wissensbasis über aktuelle und zu erwartende Klimarisiken in der Schweizer Landwirtschaft auszubauen und somit eine solide naturwissenschaftliche Grundlage für die Planung und Umsetzung von nachhaltigen Anpassungsmassnahmen zu schaffen.

Spezifische Forschungsfragen, die in zur Erreichung des Gesamtziels untersucht werden, sind:

- 1) Welche durch den Klimawandel verursachte direkte (Extremereignisse) und indirekte (Schädlinge) Risiken sind für ausgewählte Kulturen, bzw. Produktionssysteme in der Schweiz mittel- bzw. langfristig zu erwarten? Wie beeinflusst der Klimawandel die regionale Verteilung von Produktionspotentialen?
- 2) Welche Massnahmen sind geeignet, um Produktionsrisiken unter Klimawandel zu reduzieren und die Agrarproduktivität auch in Zukunft zu gewährleisten oder sogar zu steigern?
- 3) Welche negativen Auswirkungen könnten Anpassungsmassnahmen mit sich bringen (z.B. Erhöhung von Umweltwirkungen durch Bewässerung)? Wie können solche Risiken der Fehlanpassung reduziert werden (Synergien zwischen Klimaanpassung und Ressourceneffizienz, Kosteneffizienz der Massnahmen)?

Produktionsbereiche, die im Fokus der Projektforschung stehen, sind der Futterbau, der Ackerbau (insbesondere Brotgetreide) und die Spezialkulturen. Grünland wird betrachtet, weil es flächenmässig für die Schweiz von grosser Bedeutung ist und eine wesentliche Grundlage für die Schweizer Tierproduktion darstellt. Als wichtigster Brotgetreideart mit einem Selbstversorgungsgrad von ca. 50% kommt Weizen eine besondere Bedeutung bei den Untersuchungen im Bereich Ackerbau zu. Einflüsse von Klimarisiken im Bereich Spezialkulturen werden exemplarisch für Apfel/Reben untersucht. In diesem Produktionsbereich sind Informationen über zukünftige Klimarisiken von besonderer Bedeutung, weil die Bewirtschaftung langfristig geplant wird und weil solche Kulturen eine hohe Wertschöpfung aufweisen.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 17 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Das Projekt leistet einen Beitrag zu folgenden Fragen des SFF 17:

- 1) Ist mittelfristig (2050ff) regional differenziert eine Zu- oder Abnahme der durch den Klimawandel verursachten direkten (speziell durch Extremereignisse) und indirekten (u.a. Schädlinge, Pflanzenkrankheiten, invasive Arten, Verlust der Bodenfruchtbarkeit, etc.) Risiken in der Pflanzen- und Tierproduktion zu erwarten?
 - ➔ Im Rahmen des Beitrags zum NCCS wird erarbeitet, wie sich Klimaänderungen auf die Phänologie von Schädlingen (Apfelwickler) und deren Wirte auswirken.
 - ➔ Die Abschätzung von geänderten Einflüssen klimatischer Extremereignisse wird auf Basis von Klimaindikatoren für Frost, Hitze und Trockenheit vorgenommen.
 - ➔ Für den Rebbau wird die thermische Anbaueignung unter heutigen und zukünftigen Klimabedingungen quantifiziert.
 - ➔ Für Winterweizen wird die Klimaeignung ausgehend von der bestehenden Methode unter zukünftigen Klimabedingungen quantifiziert.
- 2) Wie verändert der Klimawandel das räumliche Muster der Anbaueignung für die heute angebauten Nutzpflanzenarten und -sorten, und welche neuen Potentiale entstehen?
 - ➔ Ausgehend von den oben erwähnten Abschätzungen werden Karten unter heutigen und zukünftigen Klimabedingungen erstellt. In der Auswertung dieser Karten zeigt sich, in welchen Teilregionen neue Potentiale entstehen können (welche Klimailimitierungen abnehmen) und wo mit einer Zunahme der klimatisch bedingten Anbaureisiken zu rechnen ist.
- 3) Welche robusten und wirtschaftlich tragbaren Massnahmen auf Stufe Parzelle, Betrieb und Raumordnung erhöhen die Klimaresilienz von Produktionssystemen, erhalten die Multifunktionalität der Landwirtschaft und schonen die Produktionsgrundlagen (u.a. Boden, Wasser) bei steigendem Bedarf an inländisch produzierten Nahrungsmitteln?
 - ➔ Für das Berner Seeland wird untersucht, wie sich Klimaänderungen auf die Bewässerungsbedürfnisse unterschiedlicher Kulturen auswirken und unter welchen Bedingungen diese Bedürfnisse durch Wasserentnahmen aus Grund- und Oberflächengewässern in Zukunft gedeckt werden können. Gibt es eine Grenze der Belastbarkeit des Systems, bei der eine Intensivierung landwirtschaftlicher Nutzung in der Region zu einer Übernutzung der lokalen Wasserressourcen und Verschärfung von Wassernutzungskonflikten mit der Trinkwasserversorgung führen kann (→ Risiko von Fehlanpassung, wenn in Ausbau der Bewässerungsinfrastruktur investiert wird)?
 - ➔ Für das Einzugsgebiet der Broye in der Westschweiz wird untersucht, wie sich unterschiedlichen Strategien von „land sharing“ und „land sparing“ auf verschiedene Ökosystemdienstleistungen im Gebiet auswirken und ob die Wahl einer bevorzugten Strategie sensitiv gegenüber projizierten Klimaänderungen ist.
 - ➔ In Zusammenarbeit mit der FG 44.1 wird die Kosteneffizienz verschiedener Anpassungsoptionen bewertet.

- 4) Wie verändert sich der Bedarf an Anpassungsmassnahmen in der Praxis in Beziehung zum Mass der Klimaänderung (u.a. Temperatur- oder Niederschlagsänderung, Häufigkeit von Extremen) und gibt es kritische Schwellen der Veränderungen für bestimmte Massnahmen?
- ➔ Mit den verschiedenen oben erwähnten Methoden werden Auswirkungen von Klimaänderungen für unterschiedliche Zeithorizonte abgeschätzt. Es lässt sich so feststellen, wie sich die Bedeutung einzelner Klimailimitierungen im Verlauf der Zeit ändert.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 1: Das Projekt nimmt folgende Frage des SFF 1 auf: Wie können Resistenz und Resilienz von Grasland-Viehhaltungssystemen gegenüber unerwünschten Einflüssen des Klimawandels, unter besonderer Berücksichtigung der stark unterschiedlichen Standortbedingungen weiter gesteigert werden?

- ➔ Im Zusammenarbeit mit den FG 17.3 und 17.6 wird die Weiterentwicklung eines Entscheidungsunterstützungssystems vorangetrieben, das dazu beiträgt, das Potenzial von Graslandproduktionssystemen differenziert nach Standort, Regionen und Höhenlage zu beurteilen. Die geplanten Aktivitäten nehmen Bezug auf die Forschungsfragen 1 (Graslandbewirtschaftung unter geänderten Rahmenbedingungen zum Erhalt der Produktion sowie anderer Ökosystemleistungen) und 2 (standortangepasste Strategien für eine nachhaltige Flächennutzung und Fütterung im Berggebiet).

zu SFF Nr. 2: Durch die Betrachtung der Ressourceneffizienz von Anpassungsoptionen zur Beurteilung der Fehlanpassungsrisiken leistet das Projekt einen Beitrag zum SFF 2 (Ressourceneffiziente Anbaumethoden und -systeme für den Ackerbau und die Spezialkulturen entwickeln).

- ➔ Im Rahmen der Projekte AgriAdapt und TALE werden mögliche negative Auswirkung von Klimaanpassungsmassnahmen auf Agrarproduktivität und weitere Ökosystemdienstleistungen untersucht. Es wird dabei nach ressourcenschonenden Anpassungslösungen gesucht, die die Agrarproduktivität langfristig erhalten oder sogar erhöhen und minimale Zielkonflikte mit anderen Ökosystemdienstleistungen mit sich bringen.

zu SFF Nr. 5: Die Forschungsarbeiten im Rahmen des Auftrags NCCS leisten einen Beitrag zu den Forschungsfragen „Kenntnisse der Grundlagen“ und „Diagnose und Prävention“ des SFF 5 (Nachhaltigen, risikoarmen Pflanzenschutz entwickeln).

- ➔ Die Forschungsarbeiten im Rahmen des Auftrags NCCS leisten einen Beitrag zu den Forschungsfragen „Kenntnisse der Grundlagen“ und „Diagnose und Prävention“ des SFF 5. Durch die Kombination von Modellen und Klimaszenarien werden einerseits das Risikopotential bereits angesiedelten Schädlingen, andererseits das Ausbreitungspotential neu auftretender Schadorganismen unter heutigen und zukünftigen Klimabedingungen ermittelt. (Bemerkung. Das SFF5 wird zurzeit neu ausgerichtet. Der Beitrags von KlimAdapt an das SFF5 wird später, je nach Bedarf angepasst).

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Keine

Material und Methoden (grob skizziert)

Prozess-basierte generische Pflanzenwachstumsmodelle, die relevante Interaktionen zwischen Klima, Boden und Pflanzenwachstum in Abhängigkeit von der Bewirtschaftung auf der Feldskala dynamisch abbilden, stellen die methodische Grundlage für die Beantwortung der Kernfragen dieses Projektes dar (z.B. Calanca et al. 2016, Felber et al. 2017). Sie bieten die Möglichkeit, standortbezogene Aussagen darüber zu treffen, für welche Kulturen unter geänderten klimatischen Bedingungen bessere oder schlechtere Produktionspotentiale bestehen, welche Wachstumslimitierungen zu- oder abnehmen und welche Änderungen in der Bewirtschaftung zu einer Reduktion der Wachstumslimitierungen beitragen können.

Um Aussagen über räumliche Verschiebungen von Anbaupotentialen unter Klimawandel machen zu können, bieten empirische oder hybride Klimateignungsbewertungsansätze wie in Holzkämper et al. 2013 beschrieben gegenüber prozess-basierten Pflanzenwachstumsmodellen grosse Vorteile. Ihre Anwendung ist weniger rechen- und datenintensiv und deshalb gut für eine räumliche Anwendung zur Erstellung von kulturspezifischen Klimateignungskarten geeignet (Holzkämper et al. 2015a). Gesamtschweizerisch erhobene Daten (z.B. Ertragsdaten der Hauptkulturen der Schweiz aus der Zentralen Auswertung der Buchhaltungsdaten, Klimastationsdaten und gegitterte Daten der MeteoSchweiz) können dazu verwendet werden, solche Modelle zu kalibrieren, zu validieren und bei Nachführung der Daten, fortlaufend zu verbessern. Zur Abschätzung von Klimafolgen für die Landwirtschaft in der Schweiz werden die im Rahmen des NCCS entwickelten Szenarien verwendet (<http://www.ch2018.ch/>).

Um Gebiete innerhalb Europas (oder auf der ganzen Welt) ausfindig zu machen, deren Klima heute dem zukünftige Klima der Schweiz ähnlich ist, können Klimaanaloge entwickelt werden (z.B. Arnbjerg-Nielsen et al., 2015). Mithilfe solcher Zuweisungen ist es möglich, potentielle Risiken (z.B. geänderter Schädlingsdruck), aber auch potentiell geeignete Anpassungsoptionen für die Schweiz abzuschätzen (z.B. geeignete Kultur- und Sortenwahl).

Je nach spezifischer Fragestellung im Kontext Klimaanpassung können unterschiedliche Modellerweiterungen oder -integrationen nötig sein. Zur Abschätzung der Auswirkungen von Klimawandeleinflüssen auf Bewässerungsbedürfnisse und deren Erfüllbarkeit aus Grund- und Oberflächengewässern sind Koppelungen zwischen prozess-basierten Pflanzenwachstumsmodellen mit hydrologischen Modellen und Grundwassermodellen nötig (siehe BAFU-Projekt Agri-Adapt). Einflüsse von Klima- und Bewirtschaftungsänderungen auf unterschiedliche Ökosystemdienstleistungen (z.B. Nahrungsmittelproduktion, Wasserversorgung, Wasserreinigung, Bodenschutz/Bodenbildung, Klimaregulation) zur Identifikation von Zielkonflikten können für heutige und zukünftige klimatische Bedingungen mit einem integrierten Einzugsgebietsmodell abgeschätzt werden (siehe FACCE-JPI-Projekt TALE).

Zur Abschätzung möglicher Fehlanpassungsrisiken durch unverhältnismässigen Kosten- und Energieaufwand bei der Umsetzung der Massnahmen bedarf es einer Ergänzung der in diesem Projekt vorhandenen Ressourcen im Bereich naturwissenschaftlichen Modellierung durch interdisziplinäre Kollaborationen mit Kollegen aus der FB20 (Wettbewerbsfähigkeit und Systembewertung).

Im Rahmen der Projektaktivitäten ist es Ziel, die methodische Basis schrittweise zu verbessern und zu erweitern. Zur Modellverbesserung sind neben gesamtschweizerisch erhobenen Ertrags- und Klimadaten auch standortspezifische Daten über Klima-, Boden- und Pflanzenwachstumsparameter von entscheidender Bedeutung (z.B. aus Langzeit-, Sorten- und Lysimeterversuchen).

Vergleiche unterschiedlicher Modelle und unterschiedlicher Modellansätze sind sinnvoll und erstrebenswert, um Modellunsicherheiten genauer zu quantifizieren und Schlüsselbedürfnisse für Modellverbesserungen zu identifizieren (Holzkämper et al. 2015b).

Eine reibungslos funktionierende IT-Infrastruktur ist für die Projektumsetzung essentiell!

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

Eigene Publikationen

- Calanca P., Deléglise C., Martin R., Carrère P., Mosimann E., 2016: Testing the ability of a simple grassland model to simulate the seasonal effects of drought on herbage growth. *Field Crops Research*, 187, 12-23
- Felber R., Stöckli S. & Calanca P., 2017. Generic calibration of a simple model of diurnal temperature variations for spatial analysis of accumulated degree-days. Submitted to *International Journal of Biometeorology*
- Holzkämper, A., P. Calanca and J. Fuhrer (2013). "Identifying climatic limitations to grain maize yield potentials using a suitability evaluation approach." *Agricultural and Forest Meteorology* 168: 149– 159.
- Holzkämper, A., D. Fossati, J. Hiltbrunner and J. Fuhrer (2015a). "Spatial and temporal trends in agro-climatic limitations to production potentials for grain maize and winter wheat in Switzerland." *Regional Environmental Change* 15(1): 109-122.
- Holzkämper, A., P. Calanca, M. Honti and J. Fuhrer (2015b). "Projecting climate change impacts on grain maize based on three different crop model approaches." *Agricultural and Forest Meteorology* 214–215: 219-230.

Fremde Publikationen

- Arnbjerg-Nielsen K., Funder S.G., and H. Madsen, 2015: Identifying climate analogues for precipitation extremes for Denmark based on RCM simulations from the ENSEMBLES database. *Water Science & Technology* 71.3, 418–425.
- Teixeira, E. I., G. Fischer, H. van Velthuizen, C. Walter and F. Ewert, 2013: Global hot-spots of heat stress on agricultural crops due to climate change. *Agricultural and Forest Meteorology* 170: 206-215.
- Olesen, J. E., M. Trnka, K. C. Kersebaum, A. O. Skjelvag, B. Seguin, P. Peltonen-Sainio, F. Rossi, J. Kozyra and F. Micale, 2011: Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change. *European Journal of Agronomy* 34(2): 96-112.
- Trnka, M., J. E. Olesen, K. C. Kersebaum, A. O. Skjelvag, J. Eitzinger, B. Seguin, P. Peltonen-Sainio, R. Rotter, A. Iglesias, S. Orlandini, M. Dubrovsky, P. Hlavinka, J. Balek, H. Eckersten, E. Cloppet, P. Calanca, A. Gobin, V. Vucetic, P. Nejedlik, S. Kumar, B. Lalic, A. Mestre, F. Rossi, J. Kozyra, V. Alexandrov, D. Semerádova and Z. Zalud, 2011: Agroclimatic conditions in Europe under climate change. *Global Change Biology* 17(7): 2298-2318.
- Howden, S. M., J.-F. Soussana, F. N. Tubiello, N. Chhetri, M. Dunlop and H. Meinke, 2007: Adapting agriculture to climate change. *PNAS* 104(50): 19691–19696.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Mit dem Projekt KlimAdapt unterstützt Agroscope den Ausbau der Wissensbasis über aktuelle und zu erwartende Klimarisiken in der Schweizer Landwirtschaft. Die Planung und Steuerung von Anpassungsstrategien an den Klimawandel wird so auf eine solide naturwissenschaftliche Grundlage gestellt.

Die landwirtschaftliche Pflanzenproduktion ist in hohem Masse von klimatischen Bedingungen abhängig. Infolge des Klimawandels steigen Temperaturen, Niederschlagsmuster ändern sich und es ist in Zukunft mit einer Zunahme der

Häufigkeit von Extremereignissen (z.B. Trockenperioden und Hitzewellen) zu rechnen. Um den Spielraum an Nutzungsmöglichkeiten für die Pflanzenproduktion in der Schweiz heute und in Zukunft optimal ausschöpfen zu können, ist es wichtig, direkte und indirekte Auswirkungen des Klimawandels auf die Pflanzenproduktion abzuschätzen. Ausgehend von Erkenntnissen über zu erwartende Risiken, können geeignete Massnahmen zur Klimaanpassung ergriffen und geplant werden (i.e. Änderungen in der Kultur-/Sortenwahl, Bewässerung, Bestimmung von Zuchtzielen).

Genehmigung des Projektes

Datum: 30.8.2017	Visum FGL: leje
Datum: 15.9.2017	Visum FBL / KBL: baro
Datum: 15.9.2017	Visum V SFF: baro



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.17.19.01.02

Kurzbegriff/Projektakronym (max. 20 Zeichen)

THG-Emissionen

Nr. Bereich.

19

Agrarökologie und Umwelt

Nr. Gruppe

19.1

Klima und Lufthygiene

Projektleitung/Stellvertretung

Christof Ammann / Daniel Bretscher

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	1610
Beitrag zu SFF	17
Beitrag zu weitem SFF	14

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	4.54, 9.10, 9.11, 9.12, 9.27, 17.5, 23.14, 23.24, 23.79, 23.178, 28.62, 28.66, 28.67, 28.72, 28.73
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☐ ja ☒ nein

Titel Originalsprache

Landwirtschaftliche Treibhausgas-Emissionen und Minderungsmöglichkeiten

Treibhausgas-Emissionen

Agricultural greenhouse gas emissions and mitigation options

methane, CH₄, nitrous oxide, N₂O, greenhouse gas, inventory, emission process, mitigation, reduction

Ausgangslage und Problemstellung

Die Emission von Treibhausgasen (THG) in die Atmosphäre gehört zu den wichtigsten Umweltbelastungen der Landwirtschaft. Sie ist die grösste Quelle der Treibhausgase Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O) in der Schweiz. Während Methan zum grössten Teil aus der Pansenfermentation von Wiederkäuern und aus der Lagerung von Hofdünger stammt, wird Lachgas vor allem aus gedüngten Böden emittiert (die Speicherung des dritten Treibhausgases CO₂ in Böden wird im Projekt 18.17.19.1.03 behandelt). Die Emissionen werden seit über zehn Jahren gemäss den Vorgaben des IPCC (Sektor 3: Landwirtschaft) von der FG KLU für das nationale Treibhausgasinventar der Schweiz quantifiziert und sind ein wichtiger Beitrag zum Klimareporting unter der UNFCCC. Während beim den fütterungs- und leistungsbezogenen Emissionen von CH₄ in den vergangenen Jahren schon einige Anpassungen an die spezifischen Bedingungen in der Schweiz in die Inventarberechnung implementiert werden konnten, werden bei N₂O noch grösstenteils internationale Standardemissionsfaktoren verwendet. Deshalb sind im Bereich der Feldemissionen die Unsicherheiten immer noch sehr hoch. Um zukünftig die Reduktionsziele (vgl. Ziele der Klimastrategie Landwirtschaft des BLW) erreichen zu können, sind weitergehende Forschungsaktivitäten und eine Verfeinerung der Inventarisierung notwendig. Dazu gehört insbesondere auch die Untersuchung, Bewertung und Modellierung von einzelnen Minderungsmassnahmen. Dabei ist es wichtig, auch die anderen Umweltwirkungen (insbesondere die Ammoniakemission) der Massnahmen zu berücksichtigen um Zielkonflikte ('pollution swapping') zu erkennen und optimierte Lösungen für beide Probleme zu finden.

Insbesondere bei der Bewirtschaftung von Grasland, welches den grössten Anteil der Schweizer Landwirtschaftsfläche ausmacht, muss mit Abweichungen von globalen Standardwerten gerechnet werden. Mit der steigenden Nachfrage nach lokaler grasbasierter Milch- und Fleischproduktion nimmt auch das Interesse an der Weidehaltung zu. Sie wird als emissionsarm in Bezug auf Ammoniak eingestuft, kann aber zu erhöhten N₂O-Emissionen führen. Allerdings sind Emissionen von Weidesystemen unter Schweizer Verhältnissen und ihr Beitrag in kombinierten Viehhaltungs-

systemen (Stall/Weide) noch wenig experimentell untersucht worden. Da die Inventarisierungsmethode (wie auch LCA und Monitoring-Ansätze) auf einer getrennten Betrachtung/Zuordnung von verschiedenen Stickstoff-einträgen (u.a. Weideexkrement und Düngerausbringung) beruht, müssen die Emissionsfaktoren für die unterschiedlichen Einträge bestimmt werden. Für die Verlinkung ('Up-Scaling') von individuellen experimentellen Studien und dem nationalen Emissionsinventar ist auch der Einsatz von mechanistischen biogeochemischen Modellen notwendig.

Ziele und Forschungsfragen

Allgemeine Forschungsfragen:

- Wie können die Treibhausgasemissionen der gesamten Schweizer Landwirtschaft quantifiziert werden, und wie gross sind die Emissionen unter den aktuellen sowie möglichen alternativen Produktionsbedingungen?
- Welche umsetzbaren Potenziale bestehen zur Verminderung der Treibhausgasemissionen, insbesondere bei der Bewirtschaftung von Grassland (unter Berücksichtigung möglicher Zielkonflikte)?

Projektziele:

- 1) Quantifizierung der jährlichen CH₄- und N₂O-Emissionen (Inventar) der Schweizer Landwirtschaft zuhanden von BAFU, BLW und UNFCCC. Bereitstellung fundierter Informationen für Politik und Gesellschaft über die Treibhausgas-emissionen der Schweizer Landwirtschaft (und Ernährungswirtschaft) und deren zeitliche Entwicklung zwecks Früherkennung von Ziel-lücken (Erfolgskontrolle).
- 2) Erarbeitung von verbesserten Methoden zur Schweiz-spezifischen Emissionsinventarisierung (in Übereinstimmung mit den UNFCCC-Vorgaben), welche einerseits die bestehenden Unsicherheiten reduzieren und andererseits quantitative Projektionen von Minderungsmaßnahmen ermöglichen.
- 3) Wissensbasierte Beurteilung des Potenzials, der Umsetzbarkeit sowie möglichen Zielkonflikten von konkreten Massnahmen zur Verminderung der Treibhausgasemissionen.
- 4) Experimentelle Quantifizierung der THG-Emissionen von Graslandflächen (Voll- oder Teilbeweidung) unter praxis-nahen Bedingungen in der Schweiz. Einbezug der relevanten direkten (N₂O, CH₄, CO₂) und indirekten (NH₃) THG-Wirkungen.
- 5) Untersuchung der Wirkung von Minderungsmaßnahmen für die N₂O-Feldemissionen (u.a. optimiertes Düngungs- und Weidemanagement, Verwendung von Nitrifikations-/Urease-hemmer, Kalkung) unter Berücksichtigung von 'Pol-lution-Swapping'-Effekten

(Die Umsetzung der Ziele hängt teilweise von einer erfolgreichen zukünftigen Akquisition von Fremdmitteln für die Jahre 2019-2021 ab).

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 17 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Beitrag zu Forschungsfrage 6:

Das Projekt untersucht die Wirkung von Massnahmen bei der Weide- und Graslandnutzung zur Minderung von THG-Emissionen unter praxisnahen Bedingungen in der Schweiz. Es werden geeignete Methoden zur Abschätzung des Potenzials und der tatsächlichen Umsetzungswirkung der Minderungsmaßnahmen auf nationaler Ebene erarbeitet, damit diese im Inventar besser erfasst und auch prognostiziert werden können.

Beitrag zu Forschungsfrage 7 und Herausforderung 5:

Im Zusammenhang mit Klima-Anpassungsstrategien ist sicherzustellen, dass diese eine positive Synergie (Co-Benefits) mit dem Klimaschutz (Emissionsreduktionen) aufweisen. Im Rahmen der experimentellen und Modellierungs-Aktivitäten des Projektes wird auch der Einfluss der Klimaparameter Temperatur und Niederschlag/Trockenheit auf die direkten und indirekten N₂O-Emissionen bei der Bewirtschaftung von Graslandsystemen untersucht. Dadurch können positive bzw. negative Interaktionen zwischen Klimaänderung bzw. -anpassung und Emissionsminderung identifiziert werden.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 14:

Forschungsfrage 2: Das Projekt liefert durch die Pflege und Verbesserung des landwirtschaftlichen THG-Inventars einen Beitrag zur Qualitätssteigerung in der Umweltberichterstattung inkl. Erfolgskontrolle und Identifikation von Ziel-lücken.

Forschungsfrage 3: Die experimentelle Aktivitäten (Schwerpunkt Weidesysteme) im Projekt liefern Informationen zu den Ursachen der THG-Emissionen, zur Quantifizierung der einzelnen Emissionsquellen sowie zu Hebeln für Emis-sionsminderungen.

Forschungsfrage 4: Das Projekt leistet einen Beitrag zur Identifikation von praktikablen Massnahmen sowie von Synergien bzw. Nebenwirkungen (u.a. mit Ammoniak-Emissionen) bei der Minderung von THG-Emissionen in Gras-landsystemen.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)**Material und Methoden (grob skizziert)**

Die Erstellung des Inventars der landwirtschaftlichen Treibhausgasemissionen benötigt jährlich aktualisierte statistische Daten, die vor allem aus den 'Statistischen Erhebungen und Schätzungen über landwirtschaftliche Produktion und Ernährung' (publiziert vom SBV) sowie aus der Betriebsstrukturhebung des BFS (online verfügbar) entnommen werden. Die Berechnungsmethode richtet sich nach den 'IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories'. Zudem ist eine enge Koordination mit der Berichterstattung unter der UNECE CLRTAP (d.h. NH₃-Inventar AGRAM-MON) notwendig. Gemäss den internationalen Vorgaben müssen Empfehlungen aus dem jährlichen Begutachtungsprozess der UNFCCC zeitnah umgesetzt werden. Zur Weiterentwicklung des nationalen THG-Inventars, insbesondere auch hinsichtlich der zuverlässigen Abbildung von Minderungsmaßnahmen, soll die Möglichkeit der Verwendung von komplexeren empirischen und/oder mechanistischen Modellen untersucht werden. Als Grundlagen dazu dienen vor allem Ergebnisse von Forschungsprojekten in der Schweiz (Agroscope, ETH, HAFL, Uni-Basel – aktive Beteiligung) aber auch im Ausland (vor allem Literaturstudien). Die methodische Weiterentwicklung bei der Inventarisierung soll, soweit möglich, in Absprache mit anderen Forschungsprojekten (z.B. 18.17.19.1.03 Boden-C, 18.17.19.7.04 CLIMREFF, 18.14.19.7.03 SALCAfuture, 18.14.19.2.03 ZA-AUI) erfolgen.

Bei den experimentellen Untersuchungen bei Weidesystemen wird der Austausch bzw. die Emission der Treibhausgase CO₂, CH₄, und N₂O sowie von Ammoniak und anderen Luftschadstoffen hauptsächlich durch räumlich integrierende (0.1-1 ha) mikrometeorologische Methoden (v.a. Eddy-Kovarianz), da die Emissionen der Weideexkremente eine starke kleinräumliche Variabilität aufweisen. Dazu werden genaue und schnelle Online-Gasmessungen durchgeführt. Für spezifische Untersuchungen an einzelnen Harnstellen sowie vergleichende Messungen bei verschiedenen Minderungsmaßnahmen (u.a. Nitrifikations- und Urease-Hemmer) werden manuelle oder automatische Kammern auf Kleinparzellen eingesetzt. Es ist geplant, die Feldversuche zu den Emissionen von Halbtagesweiden in Tänikon in Kombination mit dem Emissionsversuchsstall durchzuführen (in Zusammenarbeit mit dem Projekt 'Ammoniak-Minderung'). Dazu wird in einer ersten Phase die Eignung der verfügbaren Flächen untersucht.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Akiyama, H., Yan, X., Yagi, K. 2010: Evaluation of effectiveness of enhanced-efficiency fertilizers as mitigation options for N₂O and NO emissions from agricultural soils: meta-analysis. *Global Change Biology*, 16, 1837–1846.
- Ammann, C., and Felber R., 2015: Treibhausgasbilanz von weidenden Kühen. *ETH-Schriftenreihe zur Tierernährung*, Band 38: Gesunde und leistungsfähige Nutztiere (Ed. by M. Kreuzer et al.), ETH Zürich, 61-63.
- Bell, M., Flechard, C., Fauvel, Y., Häni, C., Sintermann, J., Jocher, M., Menzi, H., Hensen, A., and Neftel, A., 2017: Ammonia emissions from a grazed field estimated by miniDOAS measurements and inverse dispersion modelling, *Atmos. Meas. Tech.*, 10, 1875-1892.
- Bretscher, D., Ammann, C., 2017: Treibhausgasemissionen aus der schweizerischen Nutztierhaltung; wie stark belasten unsere Kühe das Klima? *ETH-Schriftenreihe zur Tierernährung*, Band 40: Klimawandel und Nutztiere: eine wechselseitige Beeinflussung (Ed. by M. Kreuzer et al.), ETH Zürich, 11-22.
- Bretscher, D., Leuthold-Stärfl, S., Felder, D. und Fuhrer, J., 2014: Treibhausgasemissionen aus der schweizerischen Land- und Ernährungswirtschaft. *Agrarforschung Schweiz* 5 (11+12): 458-465.
- Felber, R., Bretscher, D., Mürger, A., Neftel, A., and Ammann, C., 2016: Determination of the carbon budget of a pasture: effect of system boundaries and flux uncertainties, *Biogeosciences*, 13, 2959-2969.
- Felber, R., Mürger, A., Neftel, A., and Ammann, C., 2015: Eddy covariance methane flux measurements over a grazed pasture: effect of cows as moving point sources, *Biogeosciences*, 12, 3925-3940.
- FOEN 2017: Switzerland's Greenhouse Gas Inventory 1990–2015: National Inventory Report, CRF-tables. Submission of 11 April 2017 under the United Nations Framework Convention on Climate Change and under the Kyoto Protocol. Federal Office for the Environment (FOEN), Bern, Switzerland.
- IPCC 2006: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston, H.S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara T. and Tanabe, K. (eds.). Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Hayama, Japan.
- Lam, S. K., Suter, H., Mosier, A. R., Chen, D., 2017: Using nitrification inhibitors to mitigate agricultural N₂O emission: a double-edged sword? *Global Change Biology* 23(2): 485-489.
- Ruser, R. and Schulz, R., 2015: The effect of nitrification inhibitors on the nitrous oxide (N₂O) release from agricultural soils—a review. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 178(2): 171-188.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Die Emission von Treibhausgasen wie Methan und Lachgas in die Atmosphäre und damit der Beitrag zur Klimaerwärmung gehört zu den wichtigsten Umweltbelastungen der Landwirtschaft. Um zukünftig diese Emissionen in der Schweiz effizient reduzieren zu können, sind weitergehende Untersuchungen zu den möglichen Minderungsmaßnahmen sowie eine Weiterentwicklung der nationalen Inventarisierung notwendig.

Das Projekt untersucht die Wirkung von Massnahmen bei der Graslandnutzung zur Minderung von Treibhausgas-Emissionen unter praxisnahen Bedingungen in der Schweiz. Es werden geeignete Methoden zur Abschätzung des Potenzials und der tatsächlichen Umsetzungswirkung der Minderungsmaßnahmen auf nationaler Ebene erarbeitet, damit diese im Inventar besser erfasst und auch prognostiziert werden können. Dabei werden direkte und indirekte Treibhausgas-Wirkungen quantifiziert und Zielkonflikte mit anderen Umweltwirkungen untersucht. Durch die jährliche Berichterstattung zum landwirtschaftlichen Treibhausgas-Inventar werden fundierte Informationen für Politik und Gesellschaft bereitgestellt.

Genehmigung des Projektes

Datum: 30.8.2017	Visum FGL: leje
Datum: 26.10.2017	Visum FBL / KBL: baro
Datum: 26.10.2017	Visum V SFF: baro



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.17.19.01.03

Kurzbegriff/Projektakronym (max. 20 Zeichen)

Boden-C

Nr. Bereich.

19

Agrarökologie und Umwelt

Nr. Gruppe

19.1

Klima und Lufthygiene

Projektleitung/Stellvertretung

Jens Leifeld / Sonja Keel

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	2596
Beitrag zu SFF	17
Beitrag zu weiteren SFF	14, 15

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	4.12, 5.26, 9.4, 9.11, 17.48, 18.23, 18.29 23.81, 28.5, 28.19, 28.63, 28.64, 28.65
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☐ ja ☒ nein

Titel Originalsprache

CO₂-Quellen und Senken in landwirtschaftlichen Böden

Boden-C

CO₂ sources and sinks in agricultural soils

THG-Inventar, Grasland, Moorboden, Humusbilanz

Ausgangslage und Problemstellung

Durch landwirtschaftliche Bewirtschaftung sowie Landnutzungswandel einschliesslich Entwässerung nehmen die Kohlenstoffgehalte von Böden tendenziell ab und Böden werden zu relevanten CO₂-Quellen. Gleichzeitig können bestimmte Nutzungs- und Bewirtschaftungsmassnahmen Teile des als CO₂ verlorenen Kohlenstoffs zurückgewinnen und möglicherweise zusätzlichen Kohlenstoff speichern. Dies fördert in den meisten Fällen auch andere Ökosystemfunktionen wie Bodenfruchtbarkeit und Wasserspeicherfähigkeit und erhöht die Klimaresilienz. Die Grössenordnung dieser Quelle und Senke ist auf nationaler Ebene bisher nur grob geschätzt und quantitative Auswirkungen bestimmter Bewirtschaftungs- und Bodenverbesserungsmassnahmen auf die Veränderung des Boden-C sind unzureichend bekannt. Senken bzw. vermiedene Quellen können substantiell zum Erreichen der BLW Klimastrategie beitragen. Im laufenden AP wurden insbesondere a) Daten von Langzeitexperimenten ausgewertet und darauf aufbauend auch C-Umsatzmodelle für das THG-Inventar validiert, b) C-Verluste aus entwässerten Moorböden gemessen, c) die Fläche der organischen Böden der Schweiz kartographiert, d) eine vorläufige Abschätzung des Einflusses von N Deposition, Bewässerung und Klimawandel auf den C-Haushalt von Sömmerungsflächen erreicht und e) die Auswirkung von Pflanzenkohle auf die N₂O-Emissionen von Böden untersucht. Darauf aufbauend werden im neuen AP folgende Prioritäten gesetzt:

Modellgestützte Inventarisierung

Die Hauptaufgabe besteht in der Etablierung eines modellgestützten Systems zur jährlichen Modellierung des Boden-C landwirtschaftlich genutzter Mineralböden auf nationaler Ebene für den Zeitraum von 1990 bis heute. Diese Aufgabe findet im Kontext der UN-Klimakonvention und des Kyoto-Protokolls statt und ist Agroscope 2011 formal erteilt worden. Da der Boden-C-Vorrat sehr sensitiv auf den Eintrag von Streu (ober- und unterirdisch) reagiert, wird hierzu, neben Tests der Modelle mit unabhängigen Daten, insbesondere die Abschätzung der unter- und oberirdischen Eintragsraten experimentell weiter verbessert.

Vermeidung und Senke

- Entwässerte organische Böden (i.e., ehemalige Moore) verlieren durch Torfoxidation Kohlenstoff und sind damit starke CO₂-Quellen. Zudem sacken sie, wodurch ihre Nutzbarkeit eingeschränkt wird. Überschüttung mit mineralischem Aushubmaterial kann die Bearbeitbarkeit und Nutzbarkeit wieder verbessern. In der Schweiz wird die Überschüttung als Option für die zukünftige Nutzung vernässender organischer Böden angesehen. Ob die Überschüttung auch eine Veränderung der Treibhausgasbilanz, insbesondere beim CO₂, bewirkt, ist nicht bekannt.
- Die Wiedervernässung genutzter organischer Böden, bei gleichzeitiger Nutzungsänderung, gilt als Option, den Kohlenstoffverlust aus dem Boden zu verringern oder vollständig zu stoppen. Der Nachweis, ob sich ein neuer Kohlenstoffpool aufbaut, ist jedoch schwierig.
- Pflanzenkohle („biochar“) ist pyrolysiertes organisches Material, welches in der Schweiz als Bodenverbesserungsmittel zugelassen ist. Neben einer möglichen Verringerung der Lachgasproduktion liefert Pflanzenkohle auch langlebigen Kohlenstoff, die als C-Senke angesehen werden kann. Dieser Effekt ist z.T. in kontrollierten Experimenten gezeigt worden. Die Auswirkung der Kohle auf den Bodenkohlenstoff ist in der Praxis bislang allerdings nicht näher untersucht worden. Insbesondere ist nicht bekannt, ob kleine, praxistaugliche Mengen im Boden überhaupt nachweisbar sind.

Anpassung

Zunehmender Trockenstress und Wärme können die Produktivität von Grasland und die C-Vorräte der Böden beeinflussen. Eine mögliche Handlungsoption ist die Bewässerung; ihre Auswirkung auf den Boden-C ist bislang unzureichend untersucht.

Humusbilanzierung

Für das AUM des BLW ist der Indikator „Humusbilanz“ implementiert worden; für die AUM-Betriebe werden jährlich die Humusbilanzen ihrer Parzellen berechnet. Auf diese Weise konnten erste Praxiserfahrungen zu Bewirtschaftungseffekten von Landwirtschaftsbetrieben auf die Entwicklung der Humusbilanz von Böden gesammelt werden. Momentan wird – zusammen mit der landwirtschaftlichen Beratung des Kantons SO – ein Webtool „Humusbilanz-Rechner“ (en français: „logiciel bilan humique“) für den einzelbetrieblichen Einsatz entwickelt. Diese Internetanwendung soll es BetriebsleiterInnen ermöglichen, abzuschätzen, wie ihre Bewirtschaftungsweise bezüglich Erhalt der organischen Bodensubstanz zu beurteilen ist und, im Falle einer ungünstigen Humusbilanz, Verbesserungsmöglichkeiten aufzeigen.

Ziele und Forschungsfragen

- Die Schweiz ist verpflichtet, im Rahmen der Klimakonvention der Vereinten Nationen ihr Bodenkohlenstoffinventar für die Landwirtschaft zu verfeinern. Aus diesem Grund wird ein modellgestütztes Inventarisierungssystem zur Erfassung der C-Vorräte landwirtschaftlich genutzter Mineralböden in der Schweiz erarbeitet, welches Teil des nationalen THG-Inventars ist. Das Inventar wird aufzeigen, unter welchen Bedingungen landwirtschaftlich genutzte Böden seit 1990 Kohlenstoffquellen oder –senken sind und welche sich neutral verhalten. Zudem wird das System so aufgebaut, dass es in Zukunft erlaubt, den Einfluss der Klimaveränderung und von Anpassungsmassnahmen (z.B. Bewässerung) auf die Kohlenstoffvorräte von Mineralböden abzuschätzen. Damit verbunden ist auch die Bereitstellung von experimentell erhobenen Grundlagendaten für C-Einträge in Grasland-Systemen.
- Experimentelle Untersuchung der Nutzungsänderung (Überschüttung und Wiedervernässung) auf den C-Haushalt organischer Böden – von der Quelle zur Senke?
- Untersuchung der Auswirkung von Pflanzenkohle auf den Kohlenstoffgehalt von Ackerböden – ist die Massnahme verifizierbar?
- Auswirkung mehrjähriger Bewässerung als Massnahme zur Anpassung an den Klimawandel auf den C-Gehalt von Graslandböden im Berggebiet und die Vegetation – Bewässerung mit Co-Benefit für den Klimaschutz?
- Humusbilanzierung von Ackerflächen mit unterschiedlicher Bewirtschaftung auf Praxisbetrieben, bei Bedarf Ausarbeiten von Verbesserungsmöglichkeiten der Bewirtschaftungsweise – ein Entscheidungshilfsmittel für den Praktiker?

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 17 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Beitrag zu Frage 2: Die Veränderung der C-Vorräte in landwirtschaftlichen Böden, welche im Rahmen des C-Inventars berechnet sowie in den Aktivitäten im Bereich Nutzung organischer Böden und Pflanzenkohle untersucht werden, erlauben Rückschlüsse auf die Emissionsintensität verschiedener Produktionssystemen und zeigen auf, welche Systeme netto C aufnehmen (d.h. CO₂ Senken sind).

Beitrag zu Forschungsfragen 3 und 7: Die Wiesenbewässerung in trockenen Gebieten als Anpassungsmassnahme an den Klimawandel könnte Erträge stabilisieren, eine Erhöhung des C-Speichers im Boden verursachen und würde damit gleichzeitig zum Klimaschutz beitragen.

Beitrag zu Herausforderung 5: Böden speichern grosse Kohlenstoffmengen. Die Inventarisierung dieser C Speicher

wird aufzeigen, welche dieser Böden oder welche Anbausysteme einen besonders grossen Beitrag zum Klimaschutz leisten können (Mitigation der Emissionen von CO₂). Das Boden-C Inventar ist ein Teil des nationalen Treibhausgasinventars, und somit notwendiges Modul innerhalb eines nationalen Massnahmenprogrammes zum Klimaschutz. Zudem liefert das Projekt einen Beitrag zum Co-Benefit Bodenschutz (Massnahmen Bewässerung, Überschüttung).

Beitrag zu Forschungsfrage 3: Massnahmen welche die Produktionsgrundlage Boden schonen, können erarbeitet werden: Hier leistet das Projekt v.a. mit den geplanten Untersuchungen der Nutzung organischer Böden einen wichtigen Beitrag.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 14, 1: Das Projekt leistet im Kontext des Inventars einen wichtigen Beitrag zur Frage 1 der Höhe der Emissionen der Schweizer Landwirtschaft unter aktuellen Produktionsbedingungen und zur Hochrechnung auf die nationale Skala sowie, über die Untersuchung von Standorten und Massnahmen, einen Beitrag zum wissenschaftlichen Ziel: "Wie gross sind einzelne Emissionen bzw. die Ressourceneffizienz der CH-Landwirtschaft"?

zu SFF Nr. 15, 4: Einfluss der landwirtschaftlichen Bodennutzung auf den C-Kreislauf: Im Projekt wird auf unterschiedlichen räumlichen und zeitlichen Skalen der Einfluss der landwirtschaftlichen Bodennutzung auf den C-Kreislauf (der Böden) untersucht.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Das Projekt weist keinen expliziten Bezug zum Biolandbau auf.

Material und Methoden (grob skizziert)

Für die modellgestützte Bodenkohlenstoffinventarisierung wird eine Datenbank mit landwirtschaftlichen, georeferenzierten Informationen angelegt (z.B. jährliche Erträge einzelner Kulturen, Ausbringung von organischem Dünger, Klimadaten). Diese werden als Eingangsdaten für die Simulation der Boden-C Vorräte benötigt. Die Erträge müssen in Boden-C-Einträge (Ernterückstände) umgerechnet werden. Diese Umrechnung ist v.a. für Grasland-Systeme mit einer grossen Unsicherheit behaftet, weshalb dazu experimentelle Daten in Dauergrünland- und Kunstwiesensystemen erhoben werden. Die Simulationen werden mit einem dynamischen Boden-C Modell erfolgen und für Regionen mit ähnlichen Eigenschaften (z.B. Klima, Bodentyp) und Bewirtschaftungsformen durchgeführt.

Bezüglich der Auswirkung der Überschüttung sackender, entwässerter organischer Böden mit schluffigem Sediment auf die Emissionen soll in einem BAFU-finanzierten Projekt im Rheintal auf einem Wiesenstandort die CO₂-Bilanz einer überschütteten und einer Referenzfläche mit mikroklimatischen Methoden untersucht werden.

Bei der Fragestellung der Wiedervernässung organischer Böden soll in einem SNF-finanzierten Projekt die neue thermische Analytik der Gruppe 19.1 verwendet werden, um spezifische Komponenten zu identifizieren, die eine Akkumulation neuen organischen Materials im Boden anzeigen.

Der Einfluss der Wiesenbewässerung als Reaktion auf zunehmenden Trockenstress wird an mehreren Standorten im Unterengadin untersucht. Dazu werden in mehrjährigem Abstand Bodenproben bewässerter (Behandlung) und nicht bewässerter (Kontrolle) Standorte sowie Vegetationsproben genommen und die C-Vorräte bestimmt.

Die Auswirkung der Anwendung von Pflanzenkohle wird im Projekt AgroCO₂ncept Flaachthal (BLW Ressourcenprojekt) erforscht. Dabei werden in fünf landwirtschaftlichen Betrieben jeweils eine Kontroll- und eine Behandlungsfläche über fünf Jahre hinweg untersucht. Die Anwendung der Pflanzenkohle erfolgt jährlich, die Bodenbeprobung und Bestimmung des C-Gehaltes des Bodens in zwei – bis dreijährigem Abstand.

Der neu entwickelte Humusbilanz-Rechner soll mit Bewirtschaftungsdaten von Betrieben getestet werden, um seine Praktikabilität weiter zu verbessern.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Bader, C., Müller, M., Schulin, R., Leifeld, J., 2017. Amount and stability of recent and aged plant residues in degrading peatland soils. *Soil Biology & Biochemistry* 109: 167-175.
- Kammann, C., Ippolito, J., Hagemann, N., Borchard, N., Luz Cayuela, M., Estavillo, J.M., Fuertes-Mendizabal, T., Jeffery, S., Kern, J., Novak, J., Rasse, D., Saarnio, S., Schmidt, H.-P., Spokas, K. & Wrage-Mönnig, N., 2017. Biochar as a tool to reduce the agricultural greenhouse-gas burden – knowns, unknowns and future research needs, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 25: 114-139, doi: 10.3846/16486897.2017.1319375
- Keel, S.G., Hirte, J., Abiven, S., Wüst-Galley, C., Leifeld, J., 2017. Proper estimate of residue input as condition for understanding drivers of soil carbon dynamics. *Global Change Biology*, doi:10.1111/gcb.13822.
- Keel, S.G., Leifeld, J., Mayer, J., Taghizadeh-Toosi, A., Olesen, J.E., 2017. Large uncertainty in soil carbon modelling related to method of calculation of plant carbon input in agricultural systems. *European Journal of Soil Science*, doi: 10.1111/ejss.12454.
- Leifeld, J., Schulin, R., 2017. Humusverlust in landwirtschaftlichen Mineralböden In: Krebs, R., Egli, M., Schulin, R., Tobias, S. (Eds.): *Bodenschutz für die Praxis*. Paul Haupt Verlag Bern, pp. 225-230.

- Menichetti, L., Kätter, T., Leifeld, J., 2016 Parametrization consequences of constraining soil organic matter models by total carbon and radiocarbon using long-term field data. Biogeosciences 13: 3003-3019.
- Paustian, K., Lehmann, J., Ogle, S., Reay, D., Robertson, G.P., Smith, P. 2016. Climate-smart soils. Nature, 532, 49-57.
- Schulin, R., Leifeld, J., 2017. Sackung organischer Böden. In: Krebs, R., Egli, M., Schulin, R., Tobias, S. (Eds.): Bodenschutz für die Praxis. Paul Haupt Verlag Bern, pp. 231-241.
- Volk, M., Enderle, J., Bassin, S., 2016. Subalpine grassland carbon balance during 7 years of increased atmospheric N deposition. Biogeosciences 13: 3807-3817.
- Wüst-Galley, C., Grünig, A., Leifeld, J. 2015. Locating organic soils for the Swiss Greenhouse Gas Inventory. Agroscope Science 26, 1-99.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet
(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Die landwirtschaftliche Nutzung unserer Böden verringert in vielen Fällen ihre Kohlenstoffgehalte und macht sie zu Quellen für CO₂. Andererseits nehmen Böden auch neuen Kohlenstoff auf. Diese Quellen und Senken haben somit Auswirkungen auf unser Klima, die Ressource Boden, und die Umweltleistungen der Landwirtschaft.

Bodennutzung führt über Änderungen der Eintrags- und Umsatzraten zu einer Änderung der Kohlenstoffvorräte; Böden sind damit Quellen oder Senken für CO₂. Ziel dieses Projektes ist die Senkenfunktion landwirtschaftlicher Böden zu stärken, Quellen zu verringern, die Änderungen zu quantifizieren und geeignete Massnahmen zur Verbesserung der CO₂-Bilanz der Bodennutzung aufzuzeigen. Dabei sollen gleichzeitig andere Ökosystemfunktionen verbessert werden. Hier wird erstmalig die Kohlenstoffbilanz der landwirtschaftlichen Böden der Schweiz für das Treibhausgasinventar umfassend dargestellt. Spezielle Nutzungsmassnahmen wie der Einsatz von Pflanzenkohle zur Minderung der Emissionen oder zur Anpassung an den Klimawandel werden auf ihre Wirkung auf die C-Bilanz der Böden hin untersucht.

Genehmigung des Projektes

Datum: 14.08.2017	Visum FGL: leje
Datum: 13.9.2017	Visum FBL / KBL: baro
Datum: 13.9.2017	Visum V SFF: baro



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.17.19.07.04

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

CLIMREFF

Nr. Bereich.

19 Agrarökologie und Umwelt

Nr. Gruppe

19.7 Ökobilanzen

Projektleitung/Stellvertretung

Thomas Nemecek / Andreas Roesch

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	660
Beitrag zu SFF	17
Beitrag zu weitem SFF	14

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	3.76, 9.4, 9.11, 9.12, 9.14, 18.2, 20.81, 23.14, 28.72
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	☒ ja ☐ nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	☒ ja ☐ nein

Titel Originalsprache

Betrieblicher Klimaschutz und Ressourceneffizienz

Betrieblicher Klimaschutz und Ressourceneffizienz

Climate protection and resource efficiency measures on farm level

Climate protection measures, resource efficiency, farm LCA, life cycle assessment

Ausgangslage und Problemstellung

Extreme Wetterereignisse, wie sehr nasse Sommer oder schneearme Winter, haben in der Bevölkerung das Bewusstsein für den Klimawandel geschärft. Die Landwirte sind dem sich ändernden Klima besonders stark ausgesetzt und gleichzeitig aufgefordert, ihren Ausstoss an Treibhausgasen (THG) zu reduzieren. Bei den begrenzten Ressourcen finden der Verbrauch an nicht erneuerbarer Energie, der Verlust der Biodiversität, die Erosion, die Wasserknappheit oder die landwirtschaftliche Nutzfläche ebenfalls hohe Aufmerksamkeit. Andere Ressourcen wie Boden, Phosphor und Kalium werden in der Öffentlichkeit hingegen noch wenig wahrgenommen.

Die schweizerischen Behörden haben seit mehreren Jahren entsprechende Initiativen ergriffen, auch aufgrund internationaler Verpflichtungen. In den von BAFU und BLW gemeinsam herausgegebenen "Umweltzielen Landwirtschaft (UZL)" (2008) wurden Reduktionsziele für die landwirtschaftlichen Emissionen von Kohlendioxid, Methan und Lachgas definiert. In der "Klimastrategie Landwirtschaft" (BLW, 2011) wurden die Reduktionsziele aus den UZL quantitativ festgehalten: Die Schweizer Landwirtschaft hat im Zeitraum bis 2050 die Treibhausgas-Emissionen im Vergleich zu 1990 um mindestens 33% zu reduzieren. Im "Statusbericht 2016 Umweltziele Landwirtschaft" (BAFU & BLW, 2016) wird festgehalten, dass die Treibhausgasemissionen aus der Landwirtschaft zwar im Zeitraum 1990 bis 2014 zurückgegangen sind, aber nicht im angestrebten Ausmass. Weiter wird prognostiziert, dass die getroffenen Massnahmen vermutlich nicht ausreichen werden. Folglich sind weitere Anstrengungen nötig, um die Umweltziele im Bereich der Treibhausgase zu erreichen.

In Bezug auf den effizienten Einsatz von natürlichen Ressourcen hat das BLW auf der Grundlage der Art. 76, 77a und 77b des Landwirtschaftsgesetzes zwei Instrumente geschaffen, welche die effizientere Nutzung von natürlichen Ressourcen und Produktionsmittel vorantreiben sollen, nämlich die Ressourceneffizienzbeiträge (REB) und die Ressourcenprogramme. Das vorliegende Projekt soll wissenschaftlich fundierte Grundlagen liefern, um die Umsetzung dieser politischen Instrumente sowie weiterer agrarpolitischer Massnahmen unterstützend zu begleiten. Diese brauchen für die Umsetzung auf Landwirtschaftsbetrieben entsprechende Entscheidungsgrundlagen unter Berücksichtigung der möglichen Zielkonflikte, entlang der drei Nachhaltigkeitsdimensionen. In diesem Kontext steht das 2016 begonnene

Ressourcenprojekt des BLW "Punktesystem Klimaschutz auf IP-SUISSE Labelbetrieben - Massnahmen zur Senkung der Treibhausgasemissionen von Landwirtschaftsbetrieben".

Die Massnahmen zum Schutz des Klimas und der natürlichen Ressourcen sollen auf ihre Wirksamkeit und ihre Praxis-tauglichkeit untersucht und beurteilt werden. Verbesserungspotenziale hinsichtlich der Umweltwirkungen sollen für die untersuchten Massnahmen resp. Betriebe aufgezeigt werden. Die Fragestellungen werden im Laufe des Arbeits-programms im Zusammenhang mit den Anstrengungen zur Akquisition zusätzlicher Mittel (Forschungsfonds, Behörden, Privatwirtschaft) konkretisiert.

Ziele und Forschungsfragen

Evaluation der Potenziale zur Reduktion von Treibhausgas-Emissionen und Treibhausgas-Intensität und zu einem effizienteren Einsatz der begrenzten Ressourcen auf dem Landwirtschaftsbetrieb unter Berücksichtigung der Ziel-konflikte mit anderen Umweltaspekten oder Dimensionen der Nachhaltigkeit.

- 1) **Evaluation von Massnahmen zur Reduktion der Treibhausgas-Emissionen** auf landwirtschaftlichen Betrieben sowie Berechnung und Analyse der Minderungsleistung hinsichtlich des Treibhauspotenzials.
- 2) **Test von Massnahmen** zur Reduktion von Treibhausgas-Emissionen auf realen Betrieben
- 3) **Erarbeitung und Evaluation von Massnahmen zur effizienten Nutzung** von begrenzten Ressourcen (Energie, Wasser, Boden, Phosphor, Kalium, etc.)
- 4) Ermittlung der **Voraussetzungen für ein zukünftiges Produktionssystem** mit Schwerpunkt auf klimafreundlicher und ressourcenschonender Landwirtschaft
- 5) **Transfer der wissenschaftlichen Erkenntnisse** in die landwirtschaftliche Praxis

Die Teilziele 1), 2) und 5) können mittels akquirierter Drittmittel und den eingesetzten OB-Mitteln erreicht werden. Die vollständige Erreichung der Teilziele 3) und 4) ist von einer erfolgreichen Akquisition von Drittmitteln abhängig.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 17 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Die Projektskizze CLIMREFF leistet Beiträge zu folgenden Ziele des SFF 17:

Ziel 3: Betriebliche Massnahmen zur Schonung der natürlichen Produktionsgrundlagen (wie Boden, Wasser, etc.) und zur Senkung der Treibhausgasemissionen werden erarbeitet und evaluiert. Die Umweltwirkungen werden jeweils pro Einheit produzierte Nahrungsmittel betrachtet. Damit wird der Deckung des Nahrungsmittelbedarfs Rechnung getragen. Ziel 6: Klimaschutzmassnahmen im Bereich der Tierhaltung (Stall, Laufhof und Weide) werden erarbeitet und analysiert.

Beitrag zu maximal 3 weiteren SFF (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag zu den Forschungsfragen im SFF beschreiben)

zu SFF Nr. 14:

Ziel 3: Die Wirkung der Massnahmen zur Reduktion von Treibhausgasen sowie zur Erhöhung der Ressourceneffizienz auf dem Landwirtschaftsbetrieb werden quantifiziert und evaluiert. Die Voraussetzungen für besonders klima- und ressourcenschonende Produktionssysteme werden ermittelt.

Ziel 4: Praxisrelevante Massnahmen für landwirtschaftliche Betriebe zur Minderung der Treibhausgasemissionen und zur Effizienzsteigerung bei der Ressourcennutzung werden erarbeitet und unter Berücksichtigung der Trade-offs und Synergien für die Umwelt evaluiert. Entscheidungsgrundlagen für Behörden und Praxis werden erarbeitet.

Hauptnutzen für Biolandbau (falls Beitrag, in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag beschreiben)

Viele der Massnahmen zur Emissionsminderung und Effizienzsteigerung sind sowohl für konventionelle Systeme, integrierte Produktion als auch den Biolandbau gültig. Deshalb lassen sich diese Erkenntnisse auch auf den Biolandbau übertragen. Spezifische Merkmale des Biolandbaus werden – wenn möglich – berücksichtigt, soweit sie für die unter-suchten Systeme und Forschungsfragen relevant sind.

Material und Methoden (grob skizziert)

Im Projekt "Punktesystem Klimaschutz auf IP-SUISSE Labelbetrieben - Massnahmen zur Senkung der Treibhausgas-emissionen von Landwirtschaftsbetrieben" wird eine Reihe von Klimaschutzmassnahmen auf 30 Pilotbetrieben geprüft. Dabei wird die Emission von Treibhausgasen vor und nach der Umsetzung der Massnahmen mittels der im Projekt SALCA (18.14.19.7.01) entwickelten Methodik verglichen.

Ressourceneffizienz wird als Output pro Ressourceneinheit definiert, Ressourcenintensität als Ressourcenbedarf pro Outputeneinheit. Die Ressourceneffizienz lässt sich verbessern, indem der Ressourcenbedarf gesenkt, der Output erhöht oder beides kombiniert wird. Massnahmen zur effizienten Nutzung begrenzter Ressourcen werden mit der SALCA-Methode (Projekt 18.14.19.7.01) bewertet. Mittels eines vorgängigen Screenings werden jene Bereiche der Ressour-ceneffizienz mit dem grössten Handlungsbedarf und der besten Minderungschance identifiziert. Geeignete Mass-nahmen werden in Partnerschaft mit der Praxis ermittelt und ausgewählt. Bei schwerwiegenden Zielkonflikten mit der ökonomischen oder sozialen Säule der Nachhaltigkeit wird ergänzend eine Bewertung mit ausgewählten Indikatoren der Methode SALCAsustain (Projekt 18.14.19.7.02) vorgenommen. Damit wird sichergestellt, dass die Massnahmen

nicht zu Lasten von anderen Nachhaltigkeitsbereichen erfolgen. Für die Berechnung kommen die neu konzipierten Tools aus dem Projekt SALCAfuture (Teilprojekt von SALCA, 18.14.19.7.01) zur Anwendung. Die Zusammenarbeit mit IP-SUISSE und AGRIDEA, der Schweizerischen Vereinigung für die Entwicklung der Landwirtschaft und des ländlichen Raums, fördert den Transfer der gewonnenen Erkenntnisse in die Praxis. Die Berater und Landwirte werden für das Thema „Klimaschutz und Ressourceneffizienz“ sensibilisiert: Ihnen werden wirksame Massnahmen aufgezeigt, welche auf den Schweizer Betrieben umgesetzt werden können. Damit kommen die Resultate der Forschung direkt zur Anwendung und die Wirkung wird vervielfacht.

Literatur (neueste Kenntnisse, wenige eigene und fremde wissenschaftliche und praxisorientierte Publikation)

- Alig M., Prechsl U., Schwitter K., Waldvogel T., Wolff V., Wunderlich A., Zorn A. & Gaillard G., 2015. Ökologische und ökonomische Bewertung von Klimaschutzmassnahmen zur Umsetzung auf landwirtschaftlichen Betrieben in der Schweiz. Agroscope, Zürich, Agroscope Science 29, 160 p.
- Bergfeld U., Böcker H., Büscher W., Flessa H., Lasar A., Reinsch T., Roth U., Schmid H., Südekum K.-H., Wulf S., 2017. Klimaschutz in der Landwirtschaft. Emissionsminderung in der Praxis. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V., Darmstadt, KTBL-Heft 119, 60 p.
- Flessa H., Müller D., Plassmann K., Osterburg B., Techen A.-k., Nitsch H., Nieberg H., Sanders J., Meyer zu Hartlage O., Beckmann E., Anspach V., 2012. Studie zur Vorbereitung einer effizienten und gut abgestimmten Klimaschutzpolitik für den Agrarsektor. Sonderheft 361, Johann Heinrich von Thünen-Institut, Braunschweig, 472 p.
- Nemecek T., Schnetzer J. & Reinhard J., 2016. Updated and harmonised greenhouse gas emissions for crop inventories. Int J Life Cycle Assess, 21: 1361-1378, DOI 10.1007/s11367-014-0712-7.
- Nemecek T., 2016. Effiziente Ressourcennutzung in der Landwirtschaft im Kontext der gesamten Wertschöpfungskette. Ressourcen effizienter nutzen. In: Eckel H. & Molnar C., Tagungsband der KTBL-Tagung vom 18.-20. April 2016, Kassel, Ressourcen effizienter nutzen, 11-15.
- Nemecek T., Hayer F., Bonnin E., Carrouée B., Schneider A. & Vivier C., 2015. Designing eco-efficient crop rotations using life cycle assessment of crop combinations. European Journal of Agronomy, 65: 40-51.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet (Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Wir evaluieren die Potenziale zur Reduktion der Treibhausgasemissionen und zu einem effizienteren Einsatz der begrenzten Ressourcen (z.B. Energie, Wasser, P, K, Boden) auf dem Landwirtschaftsbetrieb mittels Ökobilanzmethodik und Nachhaltigkeitsbewertung. Wir erarbeiten und evaluieren konkrete Massnahmen für den Klimaschutz auf Praxisbetrieben und vermitteln die Erkenntnisse praxisgerecht.

Massnahmen zur Reduktion der Treibhausgasemissionen auf Landwirtschaftsbetrieben werden erarbeitet und hinsichtlich ihres Minderungspotenzials evaluiert. Der Test der Massnahmen erfolgt auf 30 Praxisbetrieben. Zudem werden Massnahmen zur effizienten Nutzung von begrenzten Ressourcen wie Energie, Wasser, Boden, Phosphor oder Kalium ausgearbeitet und evaluiert. Die Voraussetzungen für ein zukünftiges Produktionssystem mit Schwerpunkt auf klimafreundlicher und ressourcenschonender Landwirtschaft werden ermittelt. In Zusammenarbeit mit der Beratung vermitteln wir wissenschaftliche Erkenntnisse in die landwirtschaftliche Praxis.

Genehmigung des Projektes

Datum: 01.09.17	Visum FGL: gage
Datum: 13.9.2017	Visum FBL / KBL: baro
Datum: 13.9.2017	Visum V SFF: baro

Agroscope
Schwarzenburgstrasse 161
3003 Bern

www.agroscope.ch



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope