



Description du champ d'activité: 14.11.1.1 Création variétale de blés et de sojas performants et ressources génétiques

1 Vue d'ensemble

1.1 Données de base

Titre original	Création de blés et de sojas performants et ressources génétiques
Titre original abrégé	Sélection et ressources génétiques
Titre allemand	Weizen- und Sojazüchtung, genetischen Ressourcen
Titre allemand abrégé	Züchtung und genetischen Ressourcen
Titre anglais	Breeding of wheat and soybean cultivars and preservation of genetic resources
Titre anglais abrégé	Breeding and genetic resources
Responsable du champ d'activité	Schori Arnold
Responsable délégué du champ d'activité	Dario Fossati
Mots-clés	Sélection, Résistance contre les maladies, Qualité boulangère, Sécurité alimentaire, Plantes, Grandes cultures, Rendement, Climat, Pain, Tofu, Sélection assistée par marquage, Variétés, Catalogue national, Compétitivité, Protéines.
Début	2014
Durée	4 ans
Contribution au <u>thème central*</u>	11.1 Neue Nutzpflanzensorten (Nouvelles variétés de plantes cultivées)

* Les pôles thématiques font partie du mandat de prestations. Chaque pôle thématique comprend 3 à 4 thèmes centraux.

1.2 Résumé

Pour le CIRAD, l'intensification écologique « c'est concevoir des systèmes de production durables, plus économes en intrants et moins nocifs pour l'environnement, c'est aussi créer des variétés mieux adaptées à leur milieu, inventer de nouvelles techniques de lutte contre les maladies et les ravageurs. C'est comprendre le fonctionnement de la nature pour exploiter ses ressources sans la détruire, et rompre avec les pratiques fondées sur l'utilisation intensive et massive de pesticides, d'engrais chimiques, d'eau et d'énergie fossile ». C'est aussi préserver et promouvoir la biodiversité, considérée ici

comme une autre ressource naturelle. Ce champ d'activité est une contribution à ce noble objectif qui, par l'amélioration du blé et du soja propose des solutions permettant d'optimiser la productivité des plantes dans un milieu donné, de mettre au point des modèles de plantes permettant de conserver à notre agriculture sa vocation de production et d'offrir des solutions pour une utilisation raisonnée des ressources (sol, eau, énergie). Ce champ d'activité est par nature largement tourné vers le futur proche (15 ans) et l'anticipation des problèmes. L'adaptation au changement climatique et l'évolution des marchés sont les deux facteurs systématiquement intégrés dans nos plans d'hybridation. La banque de gènes nationale et la diversité génétique au sein des espèces sont considérées ici comme patrimoine naturel et culturel et comme source de caractéristiques (qualités, résistances) nous permettant depuis plusieurs décennies d'anticiper les besoins et de proposer des solutions. Les interactions entre pathogènes et génotype, la contribution de microorganismes bénéfiques du sol, la veille active du spectre des virulences présentes sur notre territoire, l'adaptabilité à des conditions de stress (froid et sec notamment), un large choix variétal permettant à la fois une diversité génétique des cultures et une stabilité de notre production agricole sont les principales voies suivies par ce champ d'activité. L'interaction de notre recherche avec les interprofessions et l'industrie est permanente. La durabilité de notre agriculture dépend de son aptitude à rester compétitive et à produire à moindre coûts des biens facilement différenciables et attendus du marché. Un volet important de nos activités de recherche concerne donc la qualité et la sécurité des produits. Nos travaux de sélection sont soutenus par trois laboratoires (marquage moléculaire, phytopathologie et qualité des récoltes).

2 Plan de recherche / Description du champ d'activité

2.1 Problématique / Objet

Pour maintenir une production et une filière semencière compétitive en Suisse, il faut disposer de variétés indigènes de blés et de soja répondant aux besoins de toute la filière, du producteur de semence au consommateur-citoyen. Ces variétés doivent être productives, de haute qualité (boulangère, nutritionnelle, gustative,...) pour être adaptées aux différentes utilisations. Par leurs résistances aux maladies et leur adaptation aux conditions environnementales actuelles et futures, elles doivent convenir aussi aux productions à faibles intrants (PER, extenso, bio).

Le soja est la principale source de protéines végétales dans le monde. En Suisse, cette légumineuse est précieuse pour assurer des rotations équilibrées et s'inscrit idéalement dans le créneau des cultures écologiques de diversification. La prise de conscience progressive des effets collatéraux négatifs sur la santé et l'environnement d'une surconsommation de protéines animales permettent d'envisager un développement du soja alimentaire. Le comportement agronomique de cette plante aux origines subtropicales doit en permanence être amélioré pour nos conditions climatiques marginales, afin d'assurer stabilité et qualité de la récolte.

Les exigences attendues des espèces de grandes cultures en matière de qualité, de résistance aux maladies et aux stress ainsi que de sécurité alimentaire s'accroissent continuellement. 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 informations approfondies et fiables sur la résistance aux stress et aux maladies, la qualité et la salubrité du matériel pour pouvoir répondre aux besoins de la filière et permettre le maintien de la compétitivité de notre agriculture. Il s'agit donc de produire plus et de produire mieux. La sélection est également soutenue par le laboratoire de marquage moléculaire. Cet outil permet d'atteindre des objectifs de la qualité et de la résistance par ailleurs inaccessibles ou alors plus lentement.

La gestion, la description et l'exploitation des ressources génétiques est l'une des bases de la sélection variétale.

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 10.000 accessions (variétés locales, lignées, cultivars récents ou anciens) sont préservées dans notre banque de gènes. Ce projet est une tâche égale. La multiplication et la description des légumes ainsi que la description des variétés locales de blé, d'orge et d'épeautre se fait avec le soutien des projets PAN (Plan d'action nationale pour la conservation et l'utilisation des ressources phytogénétiques). Les ressources génétiques stockées dans les banques de gènes sont un bien commun de l'humanité pour leur valeur tant génétique que culturelle.

2.2 Objectifs

- 1. Obtention de variétés performantes pour une agriculture écologiquement intensive** : 1.1. L'objectif principal est d'obtenir l'inscription au catalogue officiel suisse de une à cinq variétés de blé par année et de une à quatre variétés de soja sur cette période d'activité. 20 % des lignées en préinscriptions doivent satisfaire aux exigences du catalogue national. Les qualités visées pour le **blé** sont en priorité les qualités des classe top et 1. Les résistances aux maladies doivent permettre une culture en mode extenso dans 75 % des situations helvétiques. Les méthodologies de sélection doivent être adaptées constamment aux nouvelles connaissances et exigences.
1.2. Pour le **soja**, les variétés en inscription doivent présenter un bon niveau de tolérance au froid durant la floraison et de faibles exigences en cumul de température. Pour l'alimentation humaine, les lignées de sélection doivent être riches en protéines et présenter un rapport intéressant dans les sous-unités protéiques 11S et 7S pour l'alimentation humaine. Dans la mesure du possible, nous comptons inscrire durant cette période d'activité une nouvelle variété à goût amélioré et/ou à faible teneur en facteurs antinutritionnels.
- 2. Qualité et différenciation des produits** : Le but principal du projet concernant la qualité et la sécurité alimentaire est de fournir les informations essentielles sur la qualité et le potentiel de résistance contre les principales adversités biotiques, en particulier l'accumulation de mycotoxines, pour les projets de sélection de blé et de soja. Le projet offre son expertise dans la définition des critères d'appréciation de la qualité boulangère et permet d'adapter la méthodologie d'analyse. Un réseau de monitoring de virulences en Suisse et une participation à des réseaux européens sont entretenus dans un but de détection précoce. La sécurité alimentaire est assurée par le soutien à la sélection de variétés résistantes de blé, l'étude des bases génétiques de la résistance ainsi que le développement et l'implémentation de méthodes simplifiées de dosage de mycotoxines. Notre implication dans le programme de recherche national PNR68 (ressource sol) vise à mieux comprendre les interactions bénéfiques entre organismes du sol (nématodes, bactéries et mycorhizes) et la variété de céréale.
- 3. Diversité génétique** : Enfin, il s'agit, pour les ressources génétiques, de contribuer aux succès des projets PAN par nos expertises scientifiques, de favoriser l'utilisation des ressources phytogénétiques, de maintenir et, dans la mesure du possible, de caractériser les accessions hébergées dans notre banque de gènes. Il s'agit également de définir, en accord avec les organisations impliquées, les génotypes et variétés dignes de figurer à long terme dans la banque de gènes nationale et de les rendre gratuitement disponibles pour tout utilisateur (recherche, privés, associations).

2.3 Indications bibliographiques

Kleijer G., Schori A., Schierscher-Viret B., 2012. La banque de gènes nationale d'Agroscope ACW hier, aujourd'hui et demain. Recherche Agronomique Suisse. 3, (9), 408-413

- Mascher-Frutschi F., Matasci C., Kellenberger S., Beuret B., Beuret M., Busslinger G., Jost D., Gygax M., Hecker A., Heinzer L., Hochstrasser M., Horner M., Kunz P., Merz U.. 2012. Monitoring des virulences et structure des populations de l'oïdium de 2003 à 2010. *Recherche Agronomique Suisse*. 3, (5), 236-243
- Mascher-Frutschi F., Matasci C., Kneubuehler Y., Kellenberger S., Diaz Quijano C., Keller B., Sautter Ch., Schori A., 2012. La résistance aux maladies fongiques du blé transgénique en plein champ. *Recherche Agronomique Suisse*. 3, (6), 298-305
- Mascher F. Weisflog T. et Schmid F., 2012. Les 3 piliers de la gestion des risques des mycotoxines en Suisse. 4ème colloque qualité sanitaire des céréales. April, 3 2012. Paris.
- Charles R., Cholley E., Mascher-Frutschi F., 2011. Maladies et rendement du blé d'automne : influence du système de culture. *Recherche Agronomique Suisse*. 2, (6), 264-271
- Sommerhalder R.J., McDonald B.A, Mascher F. and Zhan J., 2010. Sexual Recombinants Make a Significant Contribution to Epidemics Caused by the Wheat Pathogen *Phaeosphaeria nodorum*. *Phytopathology* 100: 855-862.
- Häller Gärtner B., Munich M. , Kleijer G and Mascher F., 2008. Characterisation of kernel resistance against Fusarium infection in spring wheat by baking quality and mycotoxin assessments. *European Journal of Plant Pathology* 120: 61–68.
- Mascher-Frutschi F., 2008. Multi-environment evaluation of level and stability of FHB resistance among parental lines and selected offspring derived from several European winter wheat mapping populations. *Plant breeding*. 127, 325-332
- Mascher-Frutschi F., 2008. Characterisation of kernel resistance against Fusarium infection in spring wheat by baking quality and mycotoxin assessments. *European Journal of Plant Pathology*. 120, 61-68
- Moulet O., D. Fossati, F. Mascher, Schori A., Guadagnuolo R., 2008. Les marqueurs moléculaires comme outils dans la sélection des céréales. *Revue suisse d'agriculture*. 40, (3), 133-138
- Kleijer G, Levy L, Schwärzel R, Fossati D, Brabant C., 2007. Relation entre le poids à l'hectolitre et plusieurs paramètres de la qualité dans le blé. *Revue suisse d'agriculture*. 39, (6), 305-309
- Brabant C, Fossati D, Kleijer G, Vincent V, Jacques C. 2007. Influence de la variété de blé sur le goût du pain. *Revue suisse d'agriculture*. 39, (3), 101-108
- Brabant C, Fossati D, Kleijer G., 2006. La sélection du blé de printemps en Suisse. *Revue suisse d'agriculture*. 38, (2), 73-80
- Fossati D, Brabant C. , 2003. La sélection du blé en Suisse. Le programme des stations fédérales. *Revue suisse d'agriculture*. 35, (4), 169-180
- Schori A, Charles R, Peter D, 2003. Soja : sélection, agronomie et production en Suisse. *Revue suisse d'agriculture*. 35, (2), 69-76

2.4 Données et méthodes

La méthode principale de sélection est une avance généalogique (pedigree) après hybridation, méthode adaptée aux espèces strictement autogames : culture en bulk, puis en plantes individuelles puis en famille (lignes-plantes). Une utilisation de pépinières de contre-saison pour l'accélération des générations est faite sur blé de printemps. L'élimination des génotypes peu performants se base pour les premières générations sur la seule base du phénotype. Pour les générations subséquentes, les meilleures lignées sont conservées sur la base d'une expérimentation multilocale avec répétitions et randomisation (performances agronomiques et valeurs analytiques, interactions génotype-environnement et valeurs moyennes pluriannuelle).

Pour les tests de résistances aux maladies, les spores pathogènes sont produites au champ et en serre puis inoculées au matériel de sélection. Nous utilisons une notation 1-9 logarithmique. Les virulences sont testées par monitoring multi-sites et par utilisation de lignées différentielles. Notre sélection est assistée par marquage moléculaire.

Pour l'analytique de la qualité, des facteurs comme la sédimentation Zeleny, la dureté, le Rapid-mix test, farinographe, extensographe, pénétromètre, taux de protéine (NIRS) et électrophorèse permettent le criblage du matériel.

Pour la préservation des ressources génétiques, nous travaillons selon les normes internationales reconnues et envoyons systématiquement un ATM lors d'échanges. La conservation a lieu à +4°C pour le court terme et à -18°C pour le plus long terme.

3 Pertinence et utilité

3.1 Compte rendu

Les activités de sélection se matérialisent par les listes recommandées sur lesquelles figurent les variétés issues de la sélection Agroscope. Les variétés sont en outre présentées lors de journées techniques. Les recherches concernant les ressources génétiques sont présentées sous forme de publications, de conférences, de cours donnés aux universités ou HES ou de rapports internes ou destinés à l'OFAG. Notre expertise technique et scientifique est transmise aux milieux intéressés (interprofessions, autres offices, communauté internationale) lors d'ateliers de travail ou de journées.

Une forme de transfert de connaissance, réduite en volume mais importante par sa qualité concerne l'accueil de stagiaires et étudiants internationaux. L'ampleur de ce transfert de connaissance est précisée dans le mandat de prestations.

3.2 Clients

Notre création variétale de blé et soja profite à la filière de la semence en Suisse, aux agriculteurs, aux transformateurs de premier et de second échelon et, naturellement, aux consommateurs. Notre équipe soutient par ailleurs plusieurs organisations professionnelles, ainsi que l'OFAG, par ses expertises. Les connaissances acquises sur la pathologie, épidémiologie et résistances sont mises à disposition des producteurs et les organisations de vulgarisation en Suisse et en Europe. Nos variétés sont représentées par Delley Semences et Plantes SA.

3.3 Utilité

Notre création variétale contribue notablement à la différenciation des produits suisses.

Les variétés de blé et de soja sont mises à disposition des producteurs via les listes recommandées. Une caractérisation très détaillée est fournie quant à la qualité, la sécurité alimentaire et la résistance des lignées et variétés. Les critères d'appréciation de la qualité et l'évolution des méthodes sont adaptés par nos échanges avec les interprofessions, les transformateurs et distributeurs. Les variétés de très haute qualité sont de plus en plus recherchées comme le montre la progression de la classe Top. La liste recommandée des variétés de classe Top ne liste d'ailleurs que des variétés Agroscope. Il est bien documenté que la culture de variétés de classe boulangère 1 et TOP permet aux producteurs de réaliser des meilleurs bénéfices. De plus, il est possible avec elles de cultiver selon les normes du programme EXTENSO. La sélection de variétés résistantes réduit l'utilisation de pesticides, rend économiquement accessibles des modes de cultures plus écologiques et renforcent la sécurité alimentaire.

L'acclimatation réalisée du soja à notre climat assure maintenant une production importante et stable, Pour les types alimentaires, une meilleure valeur ajoutée du produit livré est maintenant possible. Les nouvelles variétés Agroscope à hautes teneurs en protéines, à goût amélioré et à teneurs réduites en facteurs antinutritionnels sont des innovations améliorant la compétitivité de cette espèce.

Le maintien et la description des accessions ainsi que leur mise à disposition gratuite est un service public pour le bien des générations actuelles et futures. Les facteurs d'adaptations aux conditions changeantes (climat, pathogènes, nouveaux produits ou usages, facteurs nutritionnels) sont préservés sous forme de gènes. A notre connaissance, aucune gestion privée n'assurerait une accessibilité générale et gratuite et une telle pérennité du maintien.

3.4 Impact

Ce domaine d'activité apporte une contribution majeure à la mise en place de notre politique agricole. La résistance et la qualité de nos variétés rendent possible la production extenso ou bio, soit avec une utilisation très restrictive de pesticides. L'utilisation des variétés Agroscope permet une économie de pesticides d'environ 10'000'000 CHF par année au bénéfice des producteurs et de l'environnement (Fossati et Mascher, non publié). Chaque hectare de soja fixe environ 200 unités d'azote durant la saison végétative, dispensant ces surfaces d'apports d'azote obtenu par l'utilisation d'énergie fossile. Le progrès génétique permet également l'augmentation constante des rendements et de la qualité de la récolte nationale (blé et soja) avec moins d'intrants, contribuant à la compétitivité de notre agriculture. La mise à disposition de variétés avec une résistance élevée contre la Fusariose permet de réduire fortement le risque de contaminations avec des mycotoxines. En combinant les méthodes de culture recommandées par Agroscope et le suivi rigoureux de la contamination avec des mycotoxines en collaboration avec swissgranum, le risque mycotoxines a pu être maîtrisé en Suisse en 2012, année présentant pourtant un risque exceptionnel pour la culture de blé. La sélection du blé et du soja permet le maintien d'une filière semencière forte et a largement contribué à donner un cadre favorable à la mise en place d'une stratégie « protéines » suisse et européenne. Nos variétés de blé et de soja apportent aux transformateurs des solutions pour des cahiers des charges très exigeants et des caractéristiques pointues qui contribuent de manière mesurable à la différenciation des produits suisse. Elles proposent des spécialités innovantes pour des PME.



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.11.2.1

Zertifizierung und Qualitätsuntersuchungen für hochwertiges Saatgut

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Zertifizierung und Qualitätsuntersuchungen von Saatgut
Titel Originalsprache kurz	Saatgutqualität
Titel französisch	Certification et qualité des semences
Titel französisch kurz	Qualité des semences
Titel englisch	Seed certification and seed quality
Title english short	Seed quality
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Thomas Hebeisen
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	N.N.
Keywords	seed production, field inspection, seed certification, testing of seed quality, quality assurance management
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	11.1 Neue Nutzpflanzensorten

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

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 Saat- und Pflanzgutverkäufe aus inländischer Produktion belaufen sich auf gut 50'000 Tonnen. Im Durchschnitt der Jahre 2000 bis 2010 gaben die Landwirte/Innen 238 Millionen Franken für die Beschaffung von Saat- und Pflanzgut aus. Dies ist kostenmässig mehr als für die beiden Produktionsmittel Düngemittel (+30 Prozent) respektive für den Pflanzenschutz (+85 Prozent) ausgegeben wird. Zudem ist das Erkennen von ungenügender Saatgutqualität aus Sicht des Käufers visuell gut ersichtlich. Die Qualität muss aus Sicht des Verkäufers entsprechend hoch sein. Die Saatguterneuerungsrate beträgt zum Beispiel bei den Getreidearten mehr als 95 Prozent und ist im europäischen Vergleich insgesamt sehr hoch. Zertifiziertes Saatgut ermöglicht eine Rückverfolgbarkeit entlang der pflanzlichen Wertschöpfungskette. Dies ist bereits jetzt eine Voraussetzung in den Labelpro-

grammen. Es wird auch eine der Grundlagen in der angedachten Qualitätsstrategie der Land- und Ernährungswirtschaft des Bundesamtes für Landwirtschaft sein. Die Verfügbarkeit von zertifiziertem Saat- und Pflanzgut in geeigneter Menge und Qualität ist aus der Sicht der Versorgungssicherheit für die Ernährungssouveränität elementar.

Die Sicherstellung der Produktion von qualitativ hochwertigem Saat- und Pflanzgut ist das Ziel der Saat- und Pflanzgutverordnung des EVD. Die Verordnung regelt die Produktion und definiert die Qualitätsanforderungen an das Saat- und Pflanzgut. In der Verordnung ist der Vollzug dem Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) übertragen. Das BLW beauftragte die Anerkennungsstelle (AKST) von Agroscope für den Vollzug im Bereich „Saatgut“.

Saatgutrechtliche Vorschriften werden im Rahmen der Plattform „Dienst für Saat- und Pflanzgut“ des BLW umgesetzt und gemeinsam weiterentwickelt. Im Agrarabkommen Schweiz - EU sind die saatgutrechtlichen Gesetzgebungen gegenseitig anerkannt worden. Damit kann inländisches Saatgut ohne zusätzliche Auflagen in den EU-Raum exportiert werden.

Eine enge Zusammenarbeit mit den Akteuren der Saatgutbranche bildete schon immer die Grundlage für eine effiziente Umsetzung. So werden zum Beispiel produktionsbezogene Aufgaben den elf dezentralen Vermehrungsorganisationen übertragen. Die Qualitätssicherung entlang der Produktionskette ist Aufgabe der AKST von Agroscope.

Die Spezialistinnen und Spezialisten des Saatgutprüflabors (SPL) von Agroscope untersuchen pro Jahr 6'000 Einsendemuster. Im Rahmen der Saatgut Zertifizierung werden die technische Reinheit, der Besatz mit Samen von artfremden Arten sowie die Keimfähigkeit von circa 2'700 Mustern von 20 im Inland vermehrten Arten untersucht. Als Dienstleistungen für Dritte wird Saatgut von mehr 200 Arten für den in- und ausländischen Saatguthandel analysiert. Das SPL ist von der Internationalen Vereinigung für Saatgutprüfung (ISTA) akkreditiert. Seine Untersuchungsergebnisse werden regelmässig in internationalen Ringuntersuchungen überprüft und die Arbeitsabläufe von externen Experten evaluiert. Im dreijährigen Rhythmus muss die Akkreditierung erneuert werden.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Die elf in der Saatgutproduktion tätigen Vermehrungsorganisationen stehen zunehmend unter einem hohen Kostendruck. Sowohl die Vermehrungszuschläge für die Saatgutproduzenten als auch die Margen für die Aufbereitung des Saatguts sind stetig kleiner geworden. Der zusätzliche Arbeitsaufwand für die Bereinigung der Vermehrungsbestände oder der Zusatzaufwand für die Warentrennung lohnen sich immer weniger. Die Vermehrungsorganisationen können die notwendige Modernisierung der teilweise älteren Aufbereitungsanlagen nicht realisieren. Pläne für die Zusammenlegung zu einer Vermehrungsorganisation haben dennoch bis jetzt keine Mehrheit gefunden. Erschwerend wirkt sich auch die unsichere, erst spät stattfindende Preisfestlegung beim Brot- und Futtergetreide aus. Bei rückläufigen Brot- und Futtergetreidepreisen ist es praktisch unmöglich, höhere Saatgutpreise zu rechtfertigen. Dennoch bieten die Vermehrungsorganisationen aktuell zertifiziertes Saatgut von über 40 Sorten aus einer Produktion von fast 8'000 Hektaren an. Mit dem Saatgut bringen sie den Züchtungsfortschritt in die Praxis, so dass sich die verändernden Qualitätsansprüche der nachgelagerten Verarbeitungsbetriebe erfüllen lassen. Verbesserte Krankheitsresistenzen und transportnahe Produktion tragen wesentlich zur geforderten Nachhaltigkeit bei. Diese Sortenvielfalt bereichert die Kulturlandschaft. Die Saatgutmenge muss aus Kostengründen möglichst nahe an die Absatzmenge angelehnt werden. Dies ist nur möglich, wenn alle Akteure von der Produktion bis zur Saatgutanalyse für ihre Aufgaben gut ausgebildet sind und diese in ihrem Arbeitsumfeld verantwortungsbewusst erfüllen.

2.2 Ziele

Effizient ist es, den inländischen Marktbedarf mit einer möglichst kleinen Vermehrungsfläche fast vollständig abzudecken. Voraussetzung sind hohe Anerkennungsquoten in der Feldbesichtigung, professionelle Aufbereitung sowie wenige Ausfälle in den Saatgutqualitätsuntersuchungen. Bei einzelnen Arten können die Vermehrungsflächen zukünftig ausgeweitet werden oder die Vermehrung wird neu begonnen werden (z.B. Hybridgerste), falls die Vertreter des Saatguthandels Bedarf signalisieren. Vorzüge in der Qualität sowie in der Verlässlichkeit der Lieferung sollten Preisunterschiede zum ausländischen Saatgut in der Kaufentscheidung zunehmend abschwächen.

Die Forschungsgruppe „Saatgutqualität“ will die schweizerische Saatgutproduktion im Rahmen der Saatgut Zertifizierung unterstützen und setzt sich folgende Ziele:

1. Die termingerechte Bereitstellung von geeigneten Unterlagen für die Expertentätigkeit wird sichergestellt. Diese werden an jährlichen Aus- und Weiterbildungskursen für die zugelassenen Experten/Innen (z.B. Feldbesichtigungsexperten, Probenehmer) abgegeben.
2. Die Vorstufen- und Basissaatgut-Vermehrungen werden durch die AKST feldbesichtigt.
3. Das Saatgutprüflabor überprüft die Qualität des in der Schweiz produzierten und/oder gehandeltem Saatguts. Es wird nur zertifiziertes Saatgut in den Handel gebracht. Verkäufer- und Käufer-schutz von inländisch zertifiziertem Saatgut sind gewährleistet.
4. Alle Saatgutposten von Weizen, Roggen, Dinkel und Triticale aus biologischer Vermehrung werden durch die Forschungsgruppe „Ökologie der Schad- und Nutzorganismen“ (FG 42.4) auf ihren Befall mit samenbürtigen Krankheitserregern wie Stink- und Zwergbrand sowie Septoria untersucht. Posten mit zu hohem Besatz werden mit einer Beizauflage mit Cerall anerkannt. Dies entspricht den Forderungen der AG Ackerkulturen von BIO SUISSE. Mensch und Tier werden von kontaminiertem Getreide geschützt.
5. Die Datenbank CertiPRO, für die administrative Abwicklung der Saat- und Pflanzgut Zertifizierung von der Produktion bis zur Anerkennung genutzt wird, wird durch Agroscope gewartet und mit der Projektgruppe CertiPRO weiterentwickelt (Zusammenarbeit mit FG 11.3).
6. Als Massnahme in der Qualitätssicherung werden Nachkontrollanbauparzellen von Vorstufen-, Basis- (Agroscope) und Z₁-Vermehrungsposten (swissem) ausgesät und für die Beurteilung der Sortenechtheit- und Sortenreinheit genutzt. Mittels Handelskontrollen werden die Keimfähigkeit, Reinheit, Besatz mit fremden Arten sowie die prozentualen Mischungsanteile überprüft. Auftraggeber für die Saatgutqualitätsuntersuchungen sind das BLW und die AGFF.
7. Im Rahmen der ISTA-Akkreditierung des SPL wird das Qualitätsmanagementsystem weiterentwickelt und die fachliche Kompetenz in den Saatgutuntersuchungen sichergestellt. Diese ist auch die Grundlage für die Untersuchungen im Rahmen der Saatgut Zertifizierung.
8. Aufgrund ihrer Fachkenntnisse können unsere Saatgutprüfenden gesundheitsschädigende sowie unerwünschte Beimengungen im Saatgut zuverlässig identifizieren. Als Beispiele sind Mutterkornsklerotien, Kleeseide, Flughafener, Ampfersamen sowie Ambrosia zu verstehen. Sie tragen damit zur Futter- und Lebensmittelsicherheit und auch zum Schutz vor invasiven Arten bei.
9. Die AKST (als NDA=national designated authority bei der OECD) setzt weiterhin die Zertifizierung gemäss den OECD-Richtlinien (Feldbesichtigung, Nachkontrollanbau, Verschluss und Etikettierung um, so dass der Saatguthandel seine kostengünstigen Vermehrungen von Gebrauchssaatgut in Übersee durchführen kann.
10. Mitarbeitende der Forschungsgruppe wirken in inter- (ISTA, Komitee für Keimfähigkeit, VDLUFA) und nationalen Fachgruppen von swissem mit. Sie sichern den Informationsfluss und tragen zum Wissenstransfer in die Praxis bei.
11. Die Forschungsgruppe bearbeitet aktuelle Probleme aus der Saatgutproduktion im Auftrag von BLW, swissem oder Swiss Seed (z.B. Beizmittelabrieb, Statusbericht zu den Schlüsselfaktoren Biosaatgutproduktion, SKH-Nr. 346).
12. Im Rahmen der Produktion von Wildblumensaatgut erarbeitet das SPL die Methodik für die Keimfähigkeitsuntersuchungen.

2.3 Literaturangaben

- 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, 2012. OECD schemes for the varietal certification or the control of seed moving in international trade. *OECD, Paris 2012*, 34 p.
- 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.
- Muschick M., 2009. The evolution in seed testing. In: *Proceedings of the 2nd world seed conference*, FAO, Rome 2009. S. 159-66.
- 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.

2.4 Daten und Methoden

Grundlage der Qualitätsbeurteilung sind folgende Vorschriften und Handbücher:

- ISTA, Internationale Vorschriften für die Saatgutprüfung
- ISTA, Handbücher „Pure Seed Definition“, „Moisture Determination“, „Seed Sampling“, „Flower Seed testing“
- Standardisierte Arbeitsanweisungen des Saatgutprüflabors (SOP's) für Reinheit, Keimfähigkeit, Abwicklung der Saatgutzertifizierung u.a.m.
- Referenzsamensammlungen, Handbücher zur Bestimmung der Samenart, Handbuch über die Keimlingsbeurteilungen u.a.m.
- 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)
- Anleitung für die Bedienung der Datenbank CertiPRO

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

3.2 Kunden

- BLW, Saatgutvermehrungsorganisationen, in- und ausländische Samenhandelsfirmen, Agroscope intern, swisssem, Swiss Seed, AGFF, ISTA

3.3 Nutzen

- Wir erfüllen gesetzliche Vollzugsaufgaben, dabei unterstützen wir mit unserer neutralen Expertentätigkeit die Vermehrungsorganisationen und ermöglichen eine Wertschöpfung im Inland. Gleichzeitig verbessert sich die Versorgungssicherheit unserer produktiven Landwirtschaft.
- Wir sichern gemeinsam mit den Akteuren der Saatgutbranche das Vertrauen der Landwirte in die Qualität des zertifizierten Saatguts.
- Wir verhindern mit unserer Kontrolltätigkeit die Verschleppung von toxischen und unerwünschten Beimengungen im Saatgut. Dies verbessert die Futter- und Lebensmittelsicherheit und verhindert die Ausbreitung von invasiven Arten.
- Eine Aussaat von Biogetreidesaatgut ist ohne Gesundheitsuntersuchungen zu risikoreich, da die Ausbreitung von Stink- und Flugbrand rasch erfolgt. Mehl aus stark kontaminiertem Brotgetreide oder kontaminierte Futtermittel stellen eine Gefahr für Mensch und Tier dar.

3.4 Impact

Die Verwendung von zertifiziertem Saatgut ist aufgrund der guten Qualität und der hohen Sortenvielfalt gut in der Praxis etabliert. Sortenechtheit und Sortenreinheit sind Grundlage der Rückverfolgbarkeit in Labelprogrammen. Aufgrund von rückläufigen Brot- und Futtergetreidepreisen wird der Kostendruck in der Produktion und der Saatgutaufbereitung zunehmen. Mit einer knapp an die Nachfrage angepassten Produktion muss es auch zukünftig gelingen, die Wertschöpfung der Saatgutbranche zu erhalten. Dazu beitragen können wir, indem wir die Vermehrungsorganisationen im Rahmen der Zertifizierung so unterstützen, dass sie dank ihrer Professionalität hohe Feld- und Laboranerkennungsquoten erreichen. Im Durchschnitt der Kampagnen 2005 bis 2010 lagen diese Kennzahlen im Bereich von 95 Prozent. Die zunehmende Sortenvielfalt ist als Herausforderung von der Produktion bis zur Aufbereitung anzusehen.



Description du champ d'activité 14.11.3.1

Variétés performantes et techniques de production adaptées en grande culture

1 Vue d'ensemble

1.1 Données de base

Titre original	Variétés performantes et techniques de production adaptées en grande culture
Titre original abrégé	Variétés performantes et techniques de production adaptées en grande culture
Titre allemand	Leistungsfähige Sorten und standortangepasste Anbaumethoden für den Ackerbau
Titre allemand abrégé	Leistungsfähige Sorten und standortangepasste Anbaumethoden für den Ackerbau
Titre anglais	Performing field crops varieties and adapted management techniques
Titre anglais abrégé	Performing field crops varieties and adapted management techniques
Responsable du champ d'activité	Didier Pellet
Responsable délégué du champ d'activité	Lilia Levy Häner
Mots-clés	field crops, species, varieties, cultivars, crop management, crop husbandry
Début	2014
Durée	4 ans
Contribution au thème central*	11.1 Neue Nutzpflanzensorten

* Les pôles thématiques font partie du mandat de prestations. Chaque pôle thématique comprend 3 à 4 thèmes centraux.

1.2 Résumé

L'objectif des projets réalisés dans ce champ d'activité est d'améliorer les **connaissances sur les espèces de grande culture** (céréales, oléagineux, pomme de terre, betterave, maïs et protéagineux et autres cultures mineures). Il s'agit d'assurer la rentabilité des grandes cultures et de soutenir des filières agro-alimentaires dynamiques par **le choix de variétés performantes**, l'utilisation de plants sains de pomme de terre (certification) et le **développement de techniques culturelles adaptées** à

des environnements contrastés. Une attention particulière est portée à la qualité technologique et nutritionnelle des produits pour répondre aux demandes du marché.

Les défis liés à l'évaluation variétale sont d'ordre scientifique/technique et de gestion des ressources. Ils concernent la méthodologie de l'expérimentation, l'organisation des réseaux d'essais, les paramètres étudiés, la mise en valeur des résultats et leur diffusion.

Le développement **des techniques de production adaptées** doit tenir compte des contraintes biotiques, abiotiques et du changement climatique. Il est donc important d'avoir les connaissances nécessaires sur les facteurs influençant la productivité et les paramètres de qualité des espèces de grande culture.

Les activités de recherche et développement seront organisées par espèces ou groupes d'espèces quel que soit le mode de production (production intégrée, labels ou bio).

Céréales à paille

Selon les espèces, l'identification des variétés les plus performantes se fait parmi celles proposées par la sélection suisse et/ou étrangère. L'étude variétale des principales espèces (blé de printemps, blé d'automne, orge d'automne) est conduite toutes les années, tandis que le progrès génétique des espèces mineures est étudié de façon séquentielle.

Dans le domaine des céréales panifiables, la qualité des protéines (gluten humide), mais surtout la teneur en protéines du grain est au centre des préoccupations des acteurs de la filière et exige des études approfondies. L'intolérance au gluten est un sujet de questionnement des consommateurs. Le rendement en paille de ces espèces prend de l'importance, en raison de la diminution constante du prix du grain. Une étude sur le rendement en paille de diverses variétés de différentes espèces, produites de façon extensive et intensive est prévue. Le facteur « Swissness » est également devenu un élément important: la production d'orge brassicole indigène est recherchée et diverses études sont requises pour répondre aux questions suscitées.

Pomme de terre

La pomme de terre est une culture hautement spécialisée. Afin de faire profiter les agriculteurs suisses des progrès génétiques, nous devons constamment rechercher les meilleures créations variétales au niveau européen. Les techniques de cultures doivent être constamment adaptées à cette évolution des variétés et aux pressions biotiques et abiotiques qu'elles subissent. Enfin, 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 méthodes de laboratoire doivent être constamment adaptées à l'évolution des maladies.

Cultures oléagineuses

L'huile des cultures oléagineuses produites en Suisse étant presque exclusivement dédiée à la consommation humaine, ces cultures sont entourées de fortes exigences de qualité. Le choix des variétés et l'adaptation des techniques culturales a pour but d'assurer cette qualité, tout en garantissant une rentabilité économique au producteur. L'identification des facteurs environnementaux affectant la qualité de l'huile pourraient permettre une régionalisation de la production basée sur la qualité et assurant une plus-value au producteur basée sur concept de « Swissness ». Par ailleurs, les associations de cultures pourraient permettre une réduction des engrais et produits phytosanitaires sans perte de productivité et assurer ainsi une rentabilité économique tout en préservant l'environnement.

Maïs

L'évaluation des nouvelles variétés (maïs grain et maïs ensilage) est réalisée selon des groupes de précocité. Elle doit prendre en compte leur adaptation aux conditions climatiques suisses, pour le rendement, la précocité et leur qualité pour l'affouragement du bétail. Les interactions génotype x environnement (qualité, rendement) seront testées par la participation à un réseau Interreg maïs (F, D, CH).

Cultures protéagineuses

Ces cultures sont stratégiques pour améliorer la production indigène de protéines végétales et ainsi diminuer la dépendance des importations pour l'affouragement du bétail, mais aussi par leur place dans la rotation comme diversification des espèces présentes et source d'azote.

2 Plan de recherche / Description du champ d'activité

2.1 Problématique / Objet

Les variétés font partie des itinéraires culturaux et sont un intrant des filières de production. Un choix variétal adapté aux conditions pédo-climatiques participe à la rentabilité économique d'une culture. Des critères de qualité technologique, mais aussi nutritionnelle, contribuent à l'alimentation saine de la population et à un affouragement de qualité pour le bétail. Agroscope évalue la valeur agronomique et technologique (VAT) de nouvelles variétés proposées à l'inscription au catalogue national (CN). Les dispositions prévues par l'ordonnance sur les semences et plants (916.151 et 916.151.1 du 7.12.1998 et révision du 1.07.2010) sont appliquées. Les ordonnances et la méthodologie de l'étude variétale sont revues régulièrement et adaptées aux nouvelles connaissances. Pour chaque espèce, le réseau expérimental d'Agroscope permet de tester les variétés candidates au CN ou à la Liste Recommandée (LR) des interprofessions swiss granum et swisspatat, ou appuie des organisations comme Bio-Suisse et le FiBL pour émettre des recommandations. Les défis liés à l'évaluation variétale sont d'ordre scientifique/technique et de gestion des ressources. Une exploitation approfondie des résultats fournis par les réseaux d'essais (meilleure gestion des bases de données et caractérisation plus détaillée des lieux d'essais) permettra d'améliorer l'évaluation des variétés. Divers critères agronomiques, de productivité ou liés à la qualité et stabilité de ces paramètres, sont concernés. Pour la gestion des ressources consacrées à chaque espèce et mode de production, une optimisation de certains réseaux d'essais va être réalisée. Il s'agit notamment d'intensifier la collaboration avec des partenaires externes.

Les techniques culturales doivent être améliorées en permanence: pour les céréales panifiables, la teneur en protéine du grain ne dépend pas uniquement du choix de la variété et de la fumure azotée, mais également de facteurs abiotiques, comme la température, les précipitations ou le rayonnement, dont le rôle doit être précisé. Pour d'autres espèces (la pomme de terre en particulier), des techniques innovantes doivent être développées pour réduire les effets néfastes des excès de température ou du stress hydrique sur la qualité (repousses physiologiques de la pomme de terre, etc.).

Les techniques de culture doivent aussi être adaptées à l'évolution des variétés (variétés lignées et ou hybrides en céréales et en colza) et aux pressions biotiques et abiotiques qu'elles subissent. Les maladies, en particulier les virus, bactéries et champignons, évoluent et modifient la sensibilité des variétés (pomme de terre et céréales particulièrement). Les techniques de production doivent finalement s'adapter aux nouvelles variétés en exploitant au mieux leurs avantages et caractéristiques spécifiques (qualité de la production liée à un segment de marché, colza HOVLL par exemple, etc.). Des techniques de culture innovantes pourraient améliorer la rentabilité économique de la culture et son impact sur l'environnement. Par exemple, l'association du colza à l'automne avec un couvert de légumineuses pourrait permettre une économie d'intrants (azote, réduction des herbicides) et augmenter la biodiversité. L'impact sur les ravageurs et pathogènes doit être étudié. D'autres associations moins courantes sous nos latitudes pourraient améliorer les systèmes de culture (tournesol, céréales, pomme de terre, etc.). L'optimisation des conditions de stockage est également un enjeu majeur pour limiter les pertes en post-récoltes, tout particulièrement pour la pommes de terre (lutte contre la gale argente, contrôle de la germination, limitation de l'utilisation du CIPC etc...).

2.2 Objectifs

1. Objectifs généraux

1.1 Etude variétale: évaluer les performances des variétés pour différentes espèces de grandes cultures, ainsi que leur adaptation à des environnements contrastés. Identifier les variétés les mieux adaptées aux aléas climatiques de la Suisse et répondant aux exigences du marché en terme de productivité et de qualité. Adapter la méthodologie de l'expérimentation, optimiser les réseaux, intensifier la collaboration avec les partenaires externes, améliorer l'accès aux résultats, la valorisation des résultats et la diffusion de ceux-ci.

1.2 Techniques culturales : développer les modes de production et itinéraires culturaux adaptés au changement climatique et préservant l'environnement, afin d'améliorer la productivité et la qualité pour permettre de répondre aux besoins de rentabilité économique des producteurs, transformateurs et consommateurs.

Objectifs spécifiques par culture

2. Céréales à paille:

2.1. Préciser le rendement en paille des blés, triticales et orges, comme élément de la productivité des variétés lors du test variétal.

2.2. Promouvoir la production de matière première indigène à l'exemple de l'orge brassicole par l'étude variétale et le développement des connaissances sur le sujet.

2.3. Préciser l'impact du milieu sur les teneurs en protéines des blés d'automne.

3. Pomme de terre:

3.1 Certification : affiner l'application des nouvelles procédures pour détecter les nématodes à kyste. Poursuivre l'effort en vue de l'actualisation des techniques du laboratoire

3.2 Etude variétale : faire tous les ajustements nécessaires suite aux changements dans la conduite de l'étude variétale.

3.3 Techniques de production : développement de méthodes de lutte innovantes contre la dissémination du virus Y (PVY) et contre le développement des symptômes de jambe noire. Minimiser les effets négatifs des excès climatiques (température, stress hydrique) sur la qualité de la production. Gestion de la qualité des productions au stockage (gale argentée et qualité nutritionnelle). Caractérisation de la physiologie des nouvelles variétés de pomme de terre.

4. Culture oléagineuses:

4.1. Etude variétale: préciser les effets du milieu sur la qualité de l'huile.

4.2. Techniques culturales: évaluer les effets de techniques innovantes sur la réduction des intrants.

5. Maïs:

5.1. Etude variétale : adapter la méthodologie utilisée pour évaluer la qualité de la production (digestibilité) et la résistance/sensibilité aux maladies.

5.2. Participer à un réseau Interreg maïs (F, D, CH) pour évaluer en détail les interactions génotype x environnement (qualité, rendement)

6. Cultures protéagineuses:

6.1. Etude variétale : remplir les exigences liées au CN et identifier les variétés qui apportent un progrès génétique, particulièrement pour contribuer à l'approvisionnement en protéines végétales du pays.

7. Betterave:

7.1. Participer au groupe d'accompagnement du CBS sur l'étude variétale.

8. Cultures mineures/alternatives:

8.1. Développement des cultures mineures/alternatives par l'étude variétale ou les techniques culturales.

2.3 Indications bibliographiques

- Anonyme, Norme S-1 concernant la commercialisation et le contrôle de qualité commerciale des plants de pomme de terre (UNECE)
- Ballmer, Th., Hebeisen, Th., Wüthrich, R., Gut, F. 2012. Potential der Tröpfchenbewässerung im Kartoffelbau bei veränderten Klimabedingungen. *Agrarforschung Schweiz* 3 (5): 244-251.
- Baux, A., Colbach, N., Allirand, J.M., Jullien, A., Ney, B., Pellet, D. 2013. Insights into temperature effects on the fatty acid composition of oilseed rape varieties. *Europ. J. Agronomy* (49), 12-19.
- Baux A. 2013. 20 ans d'étude variétale du maïs ensilage en Suisse. *Recherche Agronomique Suisse* 4 (7-8) : 330-337.
- Baux, A., Colbach, N., Pellet, D. 2012. Crop management for optimal low-linolenic rapeseed oil production - Field experiments and modeling. *Europ. J. Agronomy* (35), 144–153.
- Divers auteurs Agroscope, (2012-2013) Listes recommandées des variétés de céréales, maïs, pomme de terre, pois protéagineux, colza, soja, tournesol, pour la récolte 2013. Agroscope, Agridea, swiss granum
- Dupuis, B., Schwaerzel, R., Derron, J. 2013. Efficacy of three strategies based on insecticide, oil and elicitor treatments in controlling aphid population and potato virus Y epidemics in potato fields. *J. Phytopathol.* DOI 10.1111/jph.12148.
- Gerardin, D., Rouffiange, J., Kellenberger, I., Schaerer, S., Dupuis, B. 2013. Sensibilité de la pomme de terre à la pourriture molle provoquée par *Dickeya* spp. *Recherche Agronomique Suisse* 4 (6) : 288-295.
- Hiltbrunner, J., Buchmann U., Vogelgsang S., Gutzwiller A., Ramseier H. 2012a. Körnersorghum – eine in der Schweiz noch unbekannt, interessante Ackerkultur. *Agrarforschung Schweiz* 3 (11–12): 524–531
- Hiltbrunner, J., Hebeisen, T., Hunziker, H.R., Herzog, C. 2009. Eignung von neuen Sommerölsorten für den Ökolandbau im Schweizer Mittelland. In: Mayer, J.; Alföldi, T.; Leiber, F.; Dubois, D.; Fried, P.; Heckendorn, F.; Hillmann, E.; Klocke, P.; Lüscher, A.; Riedel, S.; Stolze, M.; Strasser, F.; van der Heijden, M. und Willer, H. (Hrsg.) (2009): Werte - Wege - Wirkungen: Biolandbau im Spannungsfeld zwischen Ernährungssicherung, Markt und Klimawandel. Beiträge zur 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, ETH Zürich, 11.-13. Februar 2009. 219-220.
- Hiltbrunner, J., Luginbühl, C., Buchmann, U., Herzog, C., Hunziker, H.R., Scherrer, C. 2012b. Mechanical control of weeds within the crop row of organically grown soybeans, *Julius-Kuhn-Archiv*, 434, 251-256.
- Levy Häner, L., Stamp, P., Kreuzer, M., Bouguennec, A., Pellet D. 2013a. Experimental Determination of Genetic and Environmental Influences on the Viscosity of Triticale. *Cereal Research Communications* DOI: 10.1556/CRC.2013.0032
- Levy Häner, L., Stamp, P., Kreuzer, M., Bouguennec, A., Pellet D. 2013b. Viscosity of triticale varieties differs in its response to temperature after flowering. *Field Crops Research* 149, 347–353.
- Ordonnances sur le matériel de multiplication 916.151 et 916.151.1 sur les semences et plants du 7 décembre 1998 - Etat au 1.1.2013
- Pellet D. 2001. Etude variétale des espèces de grandes cultures, analyse de situation, principes de fonctionnement et de collaboration des stations fédérales avec les milieux intéressés (rapport interne).

2.4 Données et méthodes

Les principales méthodes utilisées peuvent être consultées dans le dossier

2.5.1 Méthodes relatives à l'étude variétale des espèces de grandes cultures :

Document 1.11.01.02_listedesmethodes_Pellet.

Voir également sous 2.4 (plus haut) : Ordonnance 916.151.1 ; Pellet (2001). Exemples de listes recommandées

2.5.2 Méthodes relative aux céréales et oléagineux :

Document 1.11.01.04_listedesmethodes_Levy.

Voir également sous 2.4 (plus haut) : Baux et al., (2013) ; Baux et al. (2012) ; Levy Häner et al. (2013 a et b) ; Hiltbrunner et al. (2009).

2.5.3 Méthodes relatives à la pomme de terre :

Document 1.11.01.03_listedesmethodes_Dupuis

Voir également sous 2.4 (plus haut) : Anonyme (UNECE) ; Ballmer et al. (2012) ; Dupuis et al., (2013) ; Gerardin et al. (2013). Ordonnance 916.151.1

2.5.4 Méthodes relatives au maïs, protéagineux et betterave :

Document 1.11.01.05_listedesmethodes_Baux

Voir également sous 2.4 (plus haut) : Baux, A. (2013) ; Hiltbrunner et al. (2012a et b).

3 Pertinence et utilité

3.1 Compte rendu

Les activités d'étude variétale sont concrétisées par l'élaboration de cahiers de résultats, la présentation de ceux-ci lors des commissions techniques des interprofession, l'inscription de variétés au Catalogue national suisse, la publication de listes recommandées, communiqués de presse ou d'articles pour la pratique.

Pour les activités de recherche dans l'étude variétale et les techniques culturales, le transfert de connaissances est réalisé par l'organisation de journées techniques spécifiques à des groupes de culture (exemples ; journées oléoprotéagineux, workshop plant de pommes de terre), par des visites techniques d'essais (pour étudiants, vulgarisateurs, professionnels, etc.).

Plus largement, nos activités sont également diffusées par les canaux classiques (participation à des congrès internationaux, publication d'articles scientifiques).

L'accueil d'étudiants (bachelor, master, doctorat) contribue également au transfert de connaissances.

3.2 Clients

Autorités: OFAG/BLW

Interprofessions: swiss granum, swiss patat, Bio-Suisse, FSPC, Centre betteravier suisse, Swisssem

Formation et vulgarisation: Agridea, HAFL, Ecoles d'agriculture, Universités et EPF

Filières: producteurs, centres collecteurs, établissements multiplicateurs, transformateurs 1^{er} échelon (moulins, huileries, sucreries) et 2^{ème} échelon (boulangerie, etc.), distributeurs, consommateurs.

3.3 Utilité

Autorités: les tâches légales (certification du plant de pomme de terre et test officiel des variétés) sont réalisées, les ordonnances sont adaptées lorsque nécessaire. Ces activités sont coordonnées avec l'OFAG.

Interprofessions, formation et vulgarisation: rôle d'experts indépendants et neutres des collaborateurs d'Agroscope. Les résultats de la recherche sont une source d'information fiable, indépendante et neutre qui peuvent être utilisés pour répondre à des questions scientifiques/techniques rencontrées dans les activités des interprofessions (problématique du gluten et des protéines des blés panifiables-swiss granum) ; appui à swisspatat dans les questions stratégiques du marché de la pomme de terre en Suisse et à Swissem pour les aspects techniques de la production de plants de pommes de terre. Appui dans le développement du segment de marché colza HOLL (swiss granum).

Rôle d'expert dans l'établissement des listes de variétés recommandées (swisspatat, swiss granum)
Les résultats obtenus dans le cadre de ce champ constituent un appui technique et scientifique pour les multiplicateurs (vulgarisateurs).

Filières: contribution à l'efficacité économique des filières et à l'utilisation mesurée des ressources grâce au choix de variétés et développement de techniques culturales correspondant aux critères de productivité, de qualité et de santé pour les consommateurs.

3.4 Impact

Etude variétale: orientation du choix des variétés pour intégrer le progrès génétique dans la production agricole et les filières. Identification de variétés adaptées aux diverses conditions régionales, nécessitant peu d'intrants, une bonne productivité et qualité requise par le marché.

Impact des listes recommandées lié à l'obtention du label « Suisse garantie » et requis pour la prise en charge des récoltes par les filières. Diffusion annuelle des listes recommandées à 51'000 exemplaires au total pour toutes les espèces en français et allemand.

Les diverses tâches légales (certification, Catalogue national des variétés) sont réalisées par des équipes compétentes en lien avec les autorités (OFAG). Les compétences techniques et scientifiques d'Agroscope sont à disposition de l'OFAG pour la mise à jour des ordonnances dans le secteur des grandes cultures.

Reconnaissance nationale et internationale pour ces activités.

Publications pour la pratique, techniques, et scientifique.

Les interprofessions bénéficient d'avis neutres et indépendants.

Céréales: une meilleure connaissance des facteurs abiotiques influençant la teneur en protéines du blé panifiable permettra d'en régulariser la qualité, pour le bénéfice de toute la filière et finalement des parts de marché du blé suisse dans le marché intérieur.

Pomme de terre: la production de plants sains par des techniques culturales adaptées (paillage ou traitement à l'huile) permet de réduire le risque de déclassement des lots (PVY) et une perte économique sévère pour le producteur (diminution du prix d'environ 50 Frs/dt, pour le plant à 5 Frs/dt pour les pdt destinées à l'affouragement). De même, pour la production de pdt de consommation, des techniques permettant d'améliorer la qualité des tubercules produits en conditions climatiques difficiles (sécheresse, températures élevées) permettra d'éviter des pertes financières aux producteurs. L'optimisation des conditions de stockage des plants (sous éthylène ou non) ainsi que les pommes de terre de consommation (limitation du développement de la gale argentée) permettront de limiter les risques de pertes liées au stockage.

Cultures oléagineuses: l'impact de l'étude variétale en colza d'automne est estimé à 5'000'000 frs/an pour la filière (3/4 pour la production et 1/4 pour la transformation), en comparant annuellement la productivité des 3 meilleures variétés du réseau d'essais variétaux avec celle de l'ensemble des variétés

testées. Une meilleure connaissance des interactions Génotype x Environnement permettant de choisir les meilleures variétés au niveau local ajouterait un gain supplémentaire de 2'500'000 frs/an. La valeur ajoutée du colza HOLL par rapport aux variétés classiques est estimée à 2'000 Francs/ha pour l'ensemble de la filière (Pellet, 2011, rapport à la CTI).

Le tournesol se décline également en deux types variétaux, classique et oléiques aux débouchés différents. Les besoins en intrants modérés de cette culture répondent au besoin d'écologisation de l'agriculture, tout en assurant un revenu intéressant aux producteurs, du fait de son faible coût de production.

Cultures protéagineuses :

Elles ont une place privilégiée dans la rotation en tant que source d'azote, de protéines végétales et comme diversification des rotations. Les protéagineux sont nécessaires à une agriculture performante et écologique et permettent une production indigène de protéines végétales. Le choix de variétés productives et adaptées à nos climats est essentiel. Ils peuvent en outre être présents en association avec d'autres cultures, avec des bénéfices multiples. Un couvert associé de légumineuses pourrait permettre une économie d'intrants (fumure N, herbicides, etc...) lors de la production d'oléagineux (colza, tournesol).

Maïs :

Maïs ensilage: en 20 ans d'étude variétale, les rendements des variétés de maïs ensilage mi-précoces (les plus cultivées en Suisse) ont progressé en moyenne de 1,3 dt MS/ha/an, tout en conservant un bon niveau de précocité (Baux, 2013).

La culture associée de plantes oléagineuses (colza, tournesol) et légumineuses pourrait permettre une économie d'intrants (fumure N, traitement herbicides).



Description du champ d'activité 14.11.4.1

Systèmes de grande culture innovants

1 Vue d'ensemble

1.1 Données de base

Titre original	Systèmes de grande culture innovants (travail du sol, rotation et couverts végétaux)
Titre original abrégé	Systèmes de grande culture innovants
Titre allemand	Innovative Ackerbausysteme (Bodenbearbeitung, Fruchtfolge und Gründüngungen)
Titre allemand abrégé	Innovative Ackerbausysteme
Titre anglais	Innovative field crop systems (soil tillage, crop rotation and covers crops)
Titre anglais abrégé	Innovative field crop systems
Responsable du champ d'activité	Charles Raphaël
Responsable délégué du champ d'activité	Sinaj Sokrat
Mots-clés	Field crop systems, soil tillage, crop rotation, cover crop, green manure, legumes, conservation agriculture
Début	2014
Durée	4 ans
Contribution au thème central*	11.2 Pflanzenproduktionsmethoden, Pflanzenschutz

* Les pôles thématiques font partie du mandat de prestations. Chaque pôle thématique comprend 3 à 4 thèmes centraux.

1.2 Résumé

Le champ d'activité concerne la recherche dans les systèmes de grande culture et couvre plus particulièrement les objectifs de l'agriculture de conservation et, par extension, de l'agriculture biologique. Des solutions sont attendues concernant les principaux freins agronomiques à l'adoption de ces systèmes. Il s'agit en particulier de fournir les éléments utiles permettant de réduire l'intensité de travail du sol, de diversifier la rotation et de couvrir le sol au maximum par la végétation. Le développement de ces méthodes de production visent aussi de nouveaux services agro-écosystémiques pour améliorer l'efficacité de l'utilisation des ressources du sol, réduire le recours aux intrants et augmenter les

performances des cultures. Pour cela, la valeur agronomique des principaux couverts végétaux doit être précisées, ainsi que les principaux traits fonctionnels de ces espèces et les fonctions agrosystémiques associées. En particulier, il s'agit de réduire les faims d'azote et de lutter contre les adventices par le système de culture. Le fonctionnement des associations de couverts végétaux et les règles d'assemblage sont étudiées pour valoriser au mieux la fixation symbiotique des légumineuses et les capacités concurrentielles des couverts contre les adventices. Des compléments d'information sont attendus pour les données de base pour la fumure en ce qui concerne les effets du travail du sol et la valeur de précédent cultural des couverts végétaux pour l'azote, mais aussi pour le phosphore et le potassium.

Ce champ d'activité se concentre sur l'intensification écologique et plus particulièrement sur les méthodes de production en grandes cultures. Il rejoint l'agriculture écologiquement intensive dans la mesure où les externalités positives sont maximisées. Ces intentions sont servies par le projet « Travail du sol, rotation et couverts végétaux », par son complément thématique CC4CA financé par fonds tiers, ainsi que par les projets planifiés « Offensive Bio Romandie », « Légumineuses en rotation et dans les associations de cultures » et « Grandes cultures sans herbicide ». Les méthodes de production concernées ici contribuent également à d'autres thèmes centraux, pour lesquels des collaborations sont prévues ou à développer. La gestion des domaines expérimentaux rattachés au DR11 fait également partie de ce champ d'activité.

Ce champ d'activité permet d'améliorer les connaissances spécifiques sur les couverts végétaux. Le développement d'une méthode pour relier les caractéristiques des plantes aux services agro-écosystémiques permet d'améliorer la rentabilité de cultures intermédiaires. Celle-ci concerne une utilisation plus large des légumineuses dans la rotation (associations), de nouvelles stratégies de lutte contre les adventices en renonçant notamment glyphosate, de nouvelles contributions pour améliorer l'efficacité des éléments nutritifs (N, P). Un nouveau savoir-faire est acquis par l'utilisation d'un modèle de croissance des plantes couplé à un essai de longue durée. Une meilleure compréhension des systèmes de culture sert également de consolidation et de reconnaissance des acquis des agriculteurs pionniers, et un accompagnement vers de nouveaux systèmes innovants. Parallèlement, les nouvelles orientations des politiques agricole bénéficient d'un accompagnement en matière de mise en place de systèmes de culture cohérents répondant à de nouveaux défis. Les externalités négatives sont également réduites.

2 Plan de recherche / Description du champ d'activité

2.1 Problématique / Objet

La rotation des cultures et le travail du sol forment la base pluriannuelle des systèmes de grande culture et sont soumis à des conditions et exigences variables en termes d'intensité de production. 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), toutes deux dites TCS. Le présent champ d'activité vise à soutenir les évolutions en cours, à obtenir une meilleure connaissance du fonctionnement de ces systèmes et à élaborer des données utiles non seulement aux agriculteurs, mais également aux décideurs.

L'évolution récente des techniques trouve un lien direct avec l'essor de l'agriculture de conservation (FAO, 2012) constituée de 3 pôles: diversité de la rotation, y compris les associations culturales, réduction de l'intensité du travail du sol et mise en culture méthodique de couverts végétaux. En Suisse, ce système de culture concerne directement 6% des terres arables en semis direct et, à des degrés divers, 30% des terres qui ne sont plus labourées (Streit, 2010). Les agriculteurs ont développé un savoir-faire empirique qu'il s'agit d'approfondir par la compréhension des processus. Ils ont relevé de

nouvelles contraintes qu'il s'agit de solutionner pour permettre l'adoption de ces techniques innovantes à plus large échelle (diverses conditions pédo-climatiques, exploitations avec/sans bétail, production intégrée-bio).

Plus récemment, dans le cadre de sa nouvelle politique agricole, la Confédération a élaboré un cadre stratégique pour de nouveaux systèmes de production et des mesures relatives à l'efficacité d'utilisation des ressources. Les cantons de Berne (2009), du Jura (2012) et du canton de Vaud (projet soumis à l'OFAG) ont établi des programmes de protection du sol comprenant notamment un soutien aux TCS et aux systèmes de culture innovants.

Pour répondre aux besoins des producteurs et décideurs, les thèmes prioritaires de recherche identifiés à l'échelle du système de grande culture couvrent les sujets suivants :

- i) Le développement de systèmes de culture innovants,
- ii) La diversification et l'intensification de la rotation,
- iii) L'amélioration de la lutte préventive contre les adventices suite à l'abandon du labour,
- iv) L'adaptation du raisonnement de la fertilisation pour tenir compte des modifications du cycle des éléments nutritifs par les TCS et les couverts végétaux.

Le projet vise la compréhension et le développement de systèmes de grande culture basés sur les principes de l'agriculture de conservation, et par extension de l'agriculture biologique. En effet, les principaux freins agronomiques à l'adoption de ces systèmes sont similaires, notamment pour ce qui concerne la résolution des problèmes d'adventices et de faim d'azote. Il s'agit également de proposer de nouveaux services agro-écosystémiques par des combinaisons innovantes de travail du sol réduit, de rotation diversifiée (y.c. cultures associées) et de couverts végétaux pour améliorer l'efficacité de l'utilisation des ressources du sol, réduire le recours aux intrants non renouvelables et augmenter les performances des cultures. La gestion des domaines expérimentaux rattachés au DR11 fait également partie de ce champ d'activité.

2.2 Objectifs

1. Contribuer au développement de systèmes de culture basés sur le principe de l'agriculture de conservation : réduire l'intensité de travail du sol, diversifier la rotation et couvrir le sol pour les cultures de printemps en particulier (betterave, maïs). Fournir des recommandations permettant de réduire l'utilisation des herbicides dans les grandes cultures.
2. Préciser la valeur agronomique des principaux couverts végétaux. Identifier les principaux traits fonctionnels de ces espèces et les relier aux fonctions agrosystémiques pouvant être attendues, en particulier pour réduire les faims d'azote, lutter contre les adventices et plus généralement pour améliorer les méthodes de culture et utiliser de manière efficace la ressource sol (nutriment, eau) pour la production agricole.
3. Proposer des règles pour les associations de couverts végétaux valorisant plus particulièrement i) les légumineuses et ii) les espèces concurrentielles contre les adventices.
4. Compléter les données de base pour la fumure avec des données relatives aux effets du travail du sol et à la valeur de précédent cultural des couverts végétaux pour l'azote, mais aussi le phosphore et le potassium.
5. Compléter les connaissances sur la valeur de précédent des légumineuses et leur utilisation durable dans la rotation des cultures.
6. Conduire et gérer efficacement les domaines expérimentaux de Changins et Goumoëns.

2.3 Indications bibliographiques

Charles R., Büchi L., Wirth J., Sarthou J.-P., Justes E., 2013. Couverts végétaux et allélopathie : où en est la recherche ? Techniques Culturelles Simplifiées 71, 24-25.

- Charles R., Cholley E., Frei P., 2011a. Assolement, travail du sol, variété et protection fongicide en production céréalière. *Recherche Agronomique Suisse* 2(5), 212-219.
- Charles R., Cholley E., Frei P., Mascher F., 2011b. Maladies et rendement du blé d'automne: influence du système de culture. *Recherche Agronomique Suisse* 2(6), 264-271.
- Constantin J., Beaudoin N., Launay M., Duval J., and Mary B., 2012. Long-term nitrogen dynamics in various catch crop scenarios: Test and simulations with STICS model in a temperate climate. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 147, 36-46
- 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., Tournebize 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.
- Gebhard C.-A., Lucie B., Liebisch F., Sinaj S., Ramseier H., Charles R., 2013. Screening de légumineuses pour couverts végétaux: azote et adventices. *Recherche Agronomique Suisse* 4 (9): 384–393..
- Maltas A., Oberholzer H., Charles R., Bovet V., Sinaj S., 2012a. Effet à long terme des engrais organiques sur les propriétés du sol. *Recherche Agronomique Suisse* 3(3), 148-155.
- Maltas A., Charles R., Bovet V., Sinaj S., 2012b. Effet à long terme des engrais organiques sur le rendement et la fertilisation azotée des cultures. *Recherche Agronomique Suisse* 3(3), 156-163.
- Maltas A., Charles R., Jeangros B., Sinaj S., 2013. Effect of organic fertilizers and reduced tillage on soil properties, crop nitrogen response and crop yield: results of a 12-year experiment in Changins, Switzerland. *Soil and Tillage Research*, 126, 11-18.
- 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.
- Nemecek T., von Richthofen J.-S., Dubois G., Casta P., Charles R., Pahl H., 2008. Environmental impacts of introducing grain legumes into European crop rotations. *European Journal of Agronomy*. 28, 380-393.
- Sinaj, S., Richner, W., Flisch, R., Charles, R., 2009. Données de base pour la fumure des grandes cultures et des herbages (DBF-GCH). *Revue Suisse d'Agriculture* 41 (1), 1–98.
- Vullioud P., 2005. Rotation des cultures en terres assolées. *Revue suisse Agric.* 37 (4), 1-4.
- Vullioud P., Neyroud J.A., Mercier E., 2006a. Résultats de 35 ans de culture sans labour à Changins. II. Evolution des propriétés du sol. *Revue suisse Agric.* 38 (1), 1-16.
- Vullioud P., Delabays N., Frei P., Mercier E., 2006b. Résultats de 35 ans de culture sans labour à Changins III. Mauvaises herbes, maladies fongiques et ravageurs. *Revue suisse Agric.* 38 (2), 81-87.

2.4 Données et méthodes

Deux essais de longue durée servent de base pour les objectifs liés à l'étude i) du travail du sol et des couverts végétaux (objectifs 1-4) et ii) de la rotation des cultures (objectifs 4-5). Des essais annuels complètent ces dispositifs notamment pour l'étude des couverts végétaux, pour l'offensive Bio Romandie et les autres thématiques.

I. Travail du sol. Les méthodes appliquées dans l'essai de longue durée « Travail du sol - P29C » sont décrites dans les publications suivantes:

- Vullioud P., Mercier E., 2004. Résultats de 34 ans de culture sans labour à Changins. I. Evolution des rendements. *Revue suisse Agric.* 36 (5), 202-212.
- Vullioud P., Neyroud J.A., Mercier E., 2006a. Résultats de 35 ans de culture sans labour à Changins. II. Evolution des propriétés du sol. *Revue suisse Agric.* 38 (1), 1-16.
- Vullioud P., Delabays N., Frei P., Mercier E., 2006b. Résultats de 35 ans de culture sans labour à Changins III. Mauvaises herbes, maladies fongiques et ravageurs. *Revue suisse Agric.* 38 (2), 81-87.

Dès 2013, le dispositif P29C est modifié pour pouvoir cultiver des couverts végétaux (7 espèces) avant un blé d'automne (dispositif répété 2 années de suite), puis avant un maïs (2016).

Un certain nombre de dispositifs annuels sont également conduits sur le site de Changins et chez des exploitants pour l'étude des espèces de couverts végétaux (20 espèces) et de leur intégration dans le système de culture (travail superficiel, semis direct).

II. Rotation des cultures. Les méthodes appliquées dans l'essai de longue durée « Rotation céréalière – P20 » sont décrites dans les publications suivantes:

- Charles R., Cholley E., Frei P., 2011a. Assolement, travail du sol, variété et protection fongicide en production céréalière. Recherche Agronomique Suisse 2(5), 212-219.
- Charles R., Cholley E., Frei P., Mascher F., 2011b. Maladies et rendement du blé d'automne: influence du système de culture. Recherche Agronomique Suisse 2(6), 264-271.
- Vullioud P., 2007. Rotations de cultures chargées en blé: est-il possible d'en diminuer les inconvénients? Revue suisse Agric. 39 (1) , 15-30.

La valeur relative du précédent cultural (Vullioud, 2005) est actualisée en fonction des requêtes des milieux concernés (2013) sur la base de la littérature scientifique et d'avis d'experts réunis au sein d'un groupe de travail initié en 2013.

3 Pertinence et utilité

3.1 Compte rendu

Dans le cadre du PNR 68, des conférences scientifiques ont lieu régulièrement pour dresser l'avancement des travaux.

Organisation d'une conférence sur le thème travail du sol et couverts végétaux (2015-16).

Conférences internationales (ISTRO 2015, ESA).

Participation à des cours pour la pratique (salle, terrain), notamment organisées chaque année par Swiss-NoTill.

Contribution à l'actualisation des fiches techniques « couverts végétaux ».

Publications scientifiques et technico-scientifiques (voir 2.6 Calendrier et jalons), ainsi qu'articles à destination de la pratique.

3.2 Clients

Communauté scientifique

Milieux agricoles (producteurs, entrepreneurs agricoles, associations de producteurs)

Société (OFAG, cantons, collectivités publiques),

3.3 Utilité

Communauté scientifique

- Amélioration des connaissances spécifiques sur les couverts végétaux et en particulier les interactions avec des paramètres environnementaux
- Développement d'une méthode pour relier les caractéristiques des plantes aux services agro-

écosystémiques

- Meilleure compréhension des systèmes en agriculture de conservation
- Contribution au développement de STICS: formalisation de nouveaux couverts
- Paramétrage d'un modèle plantes pour nos essais de longue durée avec perspectives d'élargir les connaissances issues de ces dispositifs

Milieus agricoles

- Base de données concernant les propriétés des couverts végétaux et leurs propriétés écosystémiques
- Nouvelles perspectives pour l'utilisation des légumineuses en grandes cultures (associations) et intensification de la rotation
- Nouvelles stratégies de lutte contre les adventices en renonçant aux herbicides, principalement glyphosate
- Nouvelles solutions pour améliorer l'efficacité des éléments nutritifs (N, P) selon le système de culture. Réduction de l'utilisation des engrais. Nouvelles connaissances scientifiques à inclure dans les données de base pour la fumure
- Réduction du temps de travail et des coûts, amélioration de l'efficacité des ressources, protection de la ressource sol en grandes cultures, source supplémentaire de revenus des agriculteurs
- Rentabilité de cultures intermédiaires directement concernée par de nouvelles externalités
- Innovation : consolidation et reconnaissance des acquis des pionniers, accompagnement vers de nouveaux systèmes

Société

- Soutien aux nouvelles orientations des politiques agricole en matière d'efficacité de la production, de protection des ressources et de systèmes de culture innovants répondant à de nouveaux défis
- Réduction de l'érosion des sols et par extension des coûts d'infrastructure
- Perspectives similaires pour le lessivage des nitrates (et autres substances) en regard des coûts pour de traitement de l'eau
- Diversité et qualité du paysage

3.4 Impact

Extension des surfaces en TCS

Réduction de l'utilisation de glyphosate et herbicides de pré-levée

Meilleure rentabilité des couverts végétaux

Augmentation des surfaces avec légumineuses et augmentation de la part d'azote obtenu par fixation symbiotique

Maîtrise et accès à un modèle de croissance des plantes pour simulations en grandes cultures

Consolidation de l'intérêt des essais de longue durée



Description du champ d'activité 14.11.4.2

Nutrition efficiente des plantes de grande culture

1 Vue d'ensemble

1.1 Données de base

Titre original	Nutrition efficiente des plantes de grande culture
Titre original abrégé	Nutrition des plantes
Titre allemand	Effiziente Pflanzenernährung der Ackerkulturen
Titre allemand abrégé	Pflanzenernährung
Titre anglais	Efficient plant nutrition of field crops
Titre anglais abrégé	Plant nutrition
Responsable du champ d'activité	Sinaj Sokrat
Responsable délégué du champ d'activité	Charles Raphael
Mots-clés	Arable crops, guidelines for fertilization practices, method, nutrient availability, plant nutrition
Début	2014
Durée	4 ans
Contribution au thème central*	11.2 Pflanzenproduktionsmethoden, Pflanzenschutz

* Les pôles thématiques font partie du mandat de prestations. Chaque pôle thématique comprend 3 à 4 thèmes centraux.

1.2 Résumé

La nutrition et la fertilisation des cultures agricoles est un poste clé de la production agricole. 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 planétaire, 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. 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 quantités et des qualités de récoltes satisfaisantes 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 de grandes cultures est composée d'une partie de recherche appliquée qui vise à améliorer et à actualiser régulièrement les « Données de base pour la fumure des cultures agricoles en Suisse » (DBF) et d'une partie de recherche fondamentale orientée vers l'application, dont les objectifs principaux sont (i) de comprendre les processus et les facteurs gouvernant le transfert des éléments nutritifs de la phase solide du sol vers sa solution puis vers la plante, et (ii) de développer des concepts et des méthodes appropriés pour quantifier les flux de transfert d'éléments nutritifs entre les compartiments du système sol/engrais/plante, afin d'augmenter l'efficacité d'utilisation des fertilisants par les cultures agricoles et préserver l'environnement.

2 Plan de recherche / Description du champ d'activité

2.1 Problématique / Objet

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 (Gilbert, 2009). 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 et doit être réfléchie de façon intégrée au niveau des systèmes de production. La recherche en nutrition des plantes doit œuvrer pour cela en fournissant 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 de grandes cultures entre dans le cadre des tâches légales d'Agroscope. L'activité de recherche en nutrition des plantes est un des deux champs d'activité du groupe de recherche « Système de grandes cultures et nutrition des plantes » est composée d'une partie de recherche appliquée qui vise à améliorer et à actualiser régulièrement les « Données de base pour la fumure des cultures agricoles en Suisse » (DBF) et d'une partie de recherche fondamentale orientée vers l'application, dont les objectifs principaux sont (i) de comprendre les processus et les facteurs gouvernant le transfert des éléments nutritifs de la phase solide du sol vers sa solution puis vers la plante, et (ii) de développer des concepts et des méthodes appropriés pour quantifier les flux de transfert d'éléments nutritifs entre les compartiments du système sol/engrais/plante, afin d'augmenter l'efficacité d'utilisation des fertilisants par les cultures agricoles et préserver l'environnement.

Les activités de recherche sont groupées de la façon suivante (i) DBF, (ii) Effets à long terme des différentes formes d'amendements organiques et chimiques sur les propriétés du sol, la disponibilité des éléments nutritifs pour les cultures et le rendement et la qualité des récoltes, (iii) Estimation et modéli-

sation de la disponibilité et des flux de transfert d'éléments nutritifs entre les compartiments du système sol/engrais/plante à l'échelle de la parcelle et de la région et (iv) Recyclage en agriculture des cendres de bois comme engrais-K pour les cultures.

2.2 Objectifs

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 tout en préservant le stock des ressources naturelles et la qualité de l'environnement.

Objectifs spécifiques

1. Coordonner les études liées à la nutrition des plantes en grandes cultures 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).

2. Coordonner l'actualisation et la rédaction des DBF-2015 pour l'ensemble des cultures agricoles en Suisse (en collaboration avec les collègues d'IDU et d'IPA) et plus particulièrement les chapitres consacrés aux normes de fumure en grandes cultures.

3. Efficacité d'utilisation des éléments nutritifs par les agrosystèmes suisse

3.1. Evaluer l'efficacité d'utilisation des éléments 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 du CA 14.41.2.1 utilisant l'ensemble des essais de longue durée mise en place par ACW et ART dans le cadre de la fertilisation phospho-potassique des grandes cultures.

3.2. Evaluer l'effet à long terme des différentes formes d'amendements organiques sur les propriétés du sol, la disponibilité des éléments nutritifs pour les cultures agricoles et le rendement et la qualité des récoltes.

3.3. Evaluer le potentiel d'utilisation d'outils innovants pour le raisonnement de la fertilisation azotée, basé sur une modélisation dynamique du bilan azoté parcellaire (AzoFert).

3.4. Contribuer au développement de nouvelles méthodes et de nouveaux indicateurs caractérisant la disponibilité du phosphore (P) et potassium (K) pour les grandes cultures.

4. Développer et caractériser de nouveaux engrais à base de cendres de bois granulées et/ou enrichies en P et tester leurs effets sur le rendement des cultures agricoles ainsi que sur la qualité des sols et des récoltes.

2.3 Indications bibliographiques

Maltas A., et Sinaj S. 2013. Effets des cendres humides de la centrale Enerbois sur les propriétés du sol, le rendement et la qualité des récoltes. *Rapport d'expertise*. 66p.

Demaria P., Sinaj S., Flisch R. and Frossard E. 2013. Soil properties and phosphorus isotopic exchangeability in cropped temperate soils. *Soil Sci. Plant Anal.* **44**, 287-300.

Maltas A., Charles R., Jeangros B., Sinaj S. 2013. Effect of organic fertilizers and reduced-tillage on soil properties, crop nitrogen response and crop yield: results of a 12-year experiment in Changins, Switzerland. *Soil & Tillage Research* **126**, 11-18.

Maltas A., Oberholzer H., Charles R., Sinaj S. 2012. Effet à long terme des engrais organiques sur les propriétés organiques, chimiques et biologiques du sol. *Recherche Agronomique Suisse* **3** (3), 148-155.

Maltas A., Charles R., Sinaj S. 2012. Effet à long terme des engrais organiques sur le rendement et la fertilisation azotée des cultures. *Recherche Agronomique Suisse* **3** (3), 156-163.

Sinaj S., Richner W., Flisch R., et Charles R. 2009. Données de base pour la fumure des grandes cul-

- tures et des herbages (DBF-GCH). *Revue suisse d'Agriculture* **41** (1), 1-98.
- Gilbert N. 2009. The disappearing nutrient. *Nature* **461**, 716-718.
- Schärer M., Stamm Ch., Vollmer T., Frossard E., Oberson A., Flühler H. and Sinaj S. 2007. Reducing phosphorus losses from over-fertilized grassland soils proves difficult in the short term. *Soil Use and Management* **23** (1), 154-164.
- 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.
- Gallet A., Flisch R., Ryser J.P., Frossard E., and Sinaj S. 2003. Effect of phosphate fertilization on crop yield and soil phosphorus status. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* **166** (5), 568-578.
- Sinaj S., Traoré O. and Frossard E. 2002. Effect of compost and soil properties on the availability of compost phosphate for white clover (*Trifolium repens* L). *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* **62**, 89-102.
- Sinaj S., Stamm C. Toor G., Condron L., Hendry T., Di H.J., Cameron K., and Frossard E. 2002. Phosphorus availability and leaching losses from two grassland soils. *J. Env. Qual.* **31** (1), 319-330.
- Sinaj S., Buerkert A., El-Hajj G., Bationo A., Traoré H. and Frossard E. 2001. Effects of fertility management strategies on phosphorus availability in four West African soils. *Plant and Soil.* **233** (1): 71-83.

2.4 Données et méthodes

Les essais de longue durée sont l'outil méthodologique principal pour la réalisation de différents projets composant ce champs d'activité. Ces essais, qui ont débuté il y a plusieurs dizaines d'années, ont fait l'objet de nombreuses observations et mesures sur les sols et les cultures et ont permis la constitution de bases de données précieuses pour ce champ d'activité. Les principales méthodes utilisés ou prévues dans le cadre des recherches de ce champs d'activité sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

Nom de la méthode	Description de la méthode (source)
Caractérisation générale de la fertilité physico-chimique et biologique des sols agricoles	Méthodes de référence des stations de recherche Agroscope . 1996. Volume 1 « Analyses de terre et du substrat pour conseil de fumure » & Volume 2 « Analyse de terre pour la caractérisation du site ». Edition 1996 avec modification 1997-2012.
Caractérisation de la phytodisponibilité des éléments nutritifs	Frossard E. and Sinaj S. 1997. The isotopic exchange technique: a method to describe the availability of inorganic nutrients. Applications to K, PO ₄ , SO ₄ and Zn. <i>Isotopes Environ. Health Stud.</i> 33 : 61-77. Sinaj S., Mächler F., Frossard E., Fäisse Ch., Oberson A. and Morel Ch. 1998. Interferences of Colloidal Particles in the Determination of Orthophosphate Concentrations in Soil Water Extracts. <i>Commun. Soil Sci. Plant Anal.</i> 29 (9&10): 1091-1105. Oehl F., Oberson A., Sinaj S., and Frossard E. 2001. Organic Phosphorus Mineralization Studies Using Isotopic Dilution Techniques. <i>Soil Sci. Soc. Am. J.</i> 65 (3): 780-787. Gallet A., Flisch R., Ryser J.P., Frossard E., and Sinaj S. 2003. Uptake of residual phosphate and freshly applied diammonium phosphate by <i>Lolium perenne</i> and <i>Trifolium repens</i> . <i>J. Plant Nutr. Soil Sci.</i> 166 (5): 557-567. Sinaj S., Dubois A., and Frossard E. 2004. Soil isotopically exchangeable zinc: a comparison between E and L values. <i>Plant and Soil.</i> 261 (1-2): 17-28. Demaria P., Flisch R., Frossard E. and Sinaj S. 2005. Exchangeability of phosphate extracted by four chemical methods. <i>J. Plant Nutr. Soil Sci.</i> 168 (1): 89-93.
Outils de diagnostic et de conseil	Sinaj S., Richner W., Flisch R., et Charles R. 2009. Données de base pour la fumure des grandes cultures et des

	<p>herbages (DBF-GCH). <i>Revue Suisse d'agriculture</i>. Vol. 41 (N°1): 1-98.</p> <p>Dubrulle P., Machet J. M., and Damay N. 2003. Azofert: a new decision support tool for fertilizer N recommendations. In "Controlling nitrogen flows and losses", 12th Nitrogen Workshop, Exeter, Devon, UK, 21st - 24th September. 500-501.</p>
--	---

3 Pertinence et utilité

3.1 Compte rendu

Les résultats des recherches de ce champs d'activité seront communiqués à différents niveaux et sous diverses formes : (i) articles scientifiques dans des journaux à comité de lecture (avec peer-review), (ii) articles technico-scientifiques, (iii) publications orientés vers la pratique (DBF), (iv) rapports d'expertises, (v) conférences dans des congrès nationaux et internationaux, (vi) conférences dans des manifestations technico-scientifiques, (vii) travaux de diplôme (Bachelor, Master) etc.

3.2 Clients

Communauté scientifique (nationale & internationale)

Milieux agricoles (producteurs, entrepreneurs agricoles, associations de producteurs)

Société (OFAG, OFEV, AGRIDEA, cantons, collectivités publiques, entreprises),

3.3 Utilité

Communauté scientifique

Contribution aux développement de méthodes appropriées pour quantifier les flux de transfert d'éléments nutritifs entre les compartiments du système sol/engrais/plante.

Mise au point d'outils de diagnostic et de raisonnement permettant de gérer les apports des éléments nutritifs (N, P) en conciliant besoins des cultures et pertes minimales dans l'environnement.

Milieux agricoles

Nouvelles solutions pour améliorer l'efficacité des éléments nutritifs (N, P, K) selon le système de culture. Réduction de l'utilisation des engrais. Nouvelles connaissances scientifiques à inclure dans les nouvelles données de base pour la fumure.

Mise au point d'engrais phospho-potassique à base de cendres de bois..

Société

Soutien aux nouvelles orientations des politiques agricole en matière d'efficacité de la production et de la protection des ressources naturelles.

Réduction des pertes de fertilisants pour éviter les impacts négatifs sur l'environnement.

3.4 Impact

Amélioration des outils de conseils de fertilisation NPK.

Meilleure utilisation des ressources naturelles (fertilité des sols, engrais minéraux, engrais de ferme, résidus de cultures, cendres de bois).

Réduction des pertes de fertilisants vers l'environnement.

Consolidation de l'intérêt des essais de longue durée comme un outil essentiel méthodologique.



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.12.1.1

Chemische Aspekte von Pflanzenschutzmitteln

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Chemische Aspekte von Pflanzenschutzmitteln: Produktchemie, Verhalten in der Umwelt, Bildung von Rückständen in Erntegütern
Titel Originalsprache kurz	Chemische Aspekte von Pflanzenschutzmitteln
Titel englisch	Chemical Aspects of Pesticides: Product Chemistry, Behavior and Fate in the Environment, Nature and Magnitude of Residues in Food
Title english short	Plant protection chemistry
Titel französisch	Aspects chimiques des produits phytosanitaires : chimie des produits, comportement dans l'environnement et résidus dans les aliments
Titel französisch kurz	Aspects chimiques des produits phytosanitaires
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Marianne Balmer
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Thomas Poiger
Keywords	environmental occurrence, fate and behavior of pesticides, soil analysis, water analysis, pesticide registration, product chemistry, environmental fate and behavior, residues in food
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	11.2 Pflanzenproduktionsmethoden, Pflanzenschutz

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln (PSM) zum Schutz von Kulturen gegen Schaderreger und zur Erhaltung der Qualität von Erntegütern ist auch in Zukunft unverzichtbar. Mit der Beurteilung von PSM-Wirkstoffen und Produkten zuhanden der Zulassungsstelle am BLW und des BAG trägt die FG Pflanzenschutzchemie wesentlich dazu bei, dass nur PSM zum Einsatz kommen, die für die landwirtschaftliche Anwendung geeignet und von ausreichender Qualität sind und die keine inakzeptablen Nebenwirkungen auf die Umwelt oder den Menschen haben. Die Marktkontrollen in Zusammenarbeit

mit den Kantonen tragen dazu bei, dass die in Verkehr gebrachten Produkte die Qualitätsanforderungen erfüllen. Mit der zulassungsbegleitenden Forschung im Bereich Umweltverhalten tragen wir zum Verständnis von Auftreten, Verhalten und Eintragspfaden von PSM in verschiedenen Umweltkompartimenten bei, wobei z.B. entwickelte analytische Methoden breit nachgefragt und eingesetzt werden.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln (PSM) zum Schutz von Kulturen gegen Schaderreger und zur Erhaltung der Qualität von Erntegütern ist auch in Zukunft unverzichtbar. Um mögliche Gefährdungen, die ein PSM-Einsatz mit sich bringen kann, abzuwenden oder zu minimieren, werden im staatlichen Zulassungsverfahren für PSM detaillierte Sicherheits- und Nutzen-Risiko-Abwägungen vorgenommen. Die zu diesem Zweck von den Gesuchstellern eingereichten Daten müssen von Experten der verschiedenen Fachrichtungen beurteilt werden. Im Rahmen dieses Tätigkeitsfeldes werden die Bereiche Produktchemie, Umweltverhalten und Rückstände auf Lebensmitteln beurteilt.

Im Zuge der Umsetzung der neuen Pflanzenschutzmittelverordnung (PSMV) werden auch bereits zugelassene PSM-Wirkstoffe und Produkte reevaluiert, wobei Re-Registrierung von Produkten, gezielte Überprüfung von Wirkstoffen sowie Harmonisierung der Rückstandshöchstgehalte mit der EU Expertisen in allen drei Beurteilungsbereichen erfordern. Wirksame Massnahmen zur Risikoreduktion durch Einträge von PSM in Gewässer müssen erarbeitet werden.

Die Überwachung der in Verkehr gebrachten PSM-Produkte obliegt grundsätzlich den Kantonen. Um ein koordiniertes und wirksames Vorgehen zu erreichen, werden Marktkontrollen zwischen BLW und den Kantonen abgesprochen und in Zusammenarbeit mit Agroscope durchgeführt.

Trotz eingehender Beurteilung des Umweltverhaltens von PSM im Rahmen der Zulassung bleiben immer gewisse offene Fragen. Deshalb müssen verschiedene Aspekte, z.B. vergleichende Untersuchungen zwischen verschiedenen Wirkstoffen, Auftreten von Wirkstoffen und Metaboliten in Grund- und Oberflächenwasser und Einfluss der Stereochemie auf das Abbauverhalten im Boden, auch nach der Registrierung bearbeitet werden. Dazu gehört auch die Entwicklung analytischer Methoden für Studien zum Umweltverhalten, für die Erfassung von PSM-Spuren in der Umwelt, aber auch im Bereich der Produktchemie (Erfassung von Nebenkomponenten in Produkten, Impurity Profiling, Stereochemie).

2.2 Ziele

Expertentätigkeit im Rahmen der PSM-Zulassung:

1. Erstellen von Gutachten, welche der Zulassungsstelle des BLW in den Bereichen Produktchemie (wertbestimmende Eigenschaften von Wirkstoffen und Zubereitungen), Umweltverhalten (Verbleib und Verhalten des Wirkstoffs in der Umwelt) und Rückstände (Metabolismus von PSM-Wirkstoffen und Bildung von Rückständen auf Erntegütern) als Entscheidungsgrundlage dienen, bzw. im Bereich Rückstände Basis für die Festlegung von Höchstkonzentrationen in Lebensmitteln durch das Bundesamt für Gesundheit (BAG) bilden. Dies soll unter Berücksichtigung nationaler Gesetze (z.B. Landwirtschafts-, Lebensmittelgesetz oder ChemRRV) und internationaler Übereinkommen (z.B. FAO Code of Conduct) geschehen.

Gezielte Überprüfung und Risikomindernde Massnahmen:

Mit der gezielten Überprüfung von Produkten mit bereits bewilligten Wirkstoffen werden spezifische Datenlücken und Bedenken, die im EU-Zulassungsverfahren zu Tage getreten sind, bezüglich der spezifischen Anwendungen in der Schweiz evaluiert und ggf. Anpassungen der Bewilligungen beantragt.

2. Erstellen von Expertengutachten für die gezielte Überprüfung von bereits bewilligten Produkten in den Bereichen Produktchemie, Umweltverhalten und Rückstände.
3. Die im Rahmen der gezielten Überprüfung notwendigen neuen Massnahmen und Auflagen (Risikomindernde Massnahmen, RMM) werden zuhanden des BLW evaluiert und deren Umsetzung in die Praxis begleitet.

Marktkontrolle:

4. Untersuchung der wertbestimmenden Eigenschaften von im Handel befindlichen Produkten in Absprache mit BLW und Kantonen. Dies soll gewährleisten, dass die während der Zulassung festgelegten Qualitätsstandards (z.B. FAO-Spezifikationen) erfüllt sind.
5. Im Marktkontroll-Labor sowie in Zusammenarbeit mit anderen Forschungsgruppen sollen regelmässig Lernende die Ausbildung zum Laboranten EFZ, Fachrichtung Chemie erfolgreich abschliessen.

Zulassungsbegleitende Forschung:

6. Entwicklung resp. Weiterentwicklung von Methoden für die Analyse ausgewählter PSM-Wirkstoffe (inkl. deren Metabolite). Diese Methoden sollen in Abbaueversuchen im Boden und Wasser, sowie in der Spurenbestimmung in natürlichen Gewässern eingesetzt werden.
7. Neue Konzepte für die Beurteilung des Abbau- und Verlagerungsverhaltens von PSM-Wirkstoffen im Boden (z.B. das Draft Guidance Document on Time Dependent Sorption) sollen anhand eigener Versuche erprobt und ggf. verbessert werden.

2.3 Literaturangaben

Zulassung PSM und Marktkontrollen:

CIPAC-Handbücher A-M, Collaborative International Pesticides Analytical Council, Harpenden UK.

<http://www.cipac.org/cumindex/start.htm>

FOCUS (2006) "Guidance Document on Estimating Persistence and Degradation Kinetics from Environmental Fate Studies on Pesticides in EU Registration" Report of the FOCUS Work Group on Degradation Kinetics, EC Document Reference Sanco/10058/2005 version 2.0, 434 pp.

<http://viso.ei.jrc.it/focus/dk/>

FOCUS (2009) "Assessing Potential for Movement of Active Substances and their Metabolites to Ground Water in the EU" Report of the FOCUS Ground Water Work Group, EC Document Reference Sanco/13144/2010 version 1, 604 pp. <http://viso.ei.jrc.it/focus/gw/index.html>

Guidance Document. Guidelines on comparability, extrapolation, group tolerances and data requirements for setting MRLs. SANCO 7525/VI/95 – rev.9, March 2011.

Manual on development and use of FAO and WHO specifications for pesticides, November 2010 – second revision of the first Edition, FAO, Rome, 2010

http://whqlibdoc.who.int/publications/2006/9251048576_eng_update3.pdf

List of Pesticides evaluated by the Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Specifications (JMPS). Diverse Wirkstoffspezifische Publikationen. <http://www.fao.org/agriculture/crops/core-themes/theme/pests/pm/lpe/en/>

Guidance Document on the Assessment of the Equivalence of Technical Materials of substances regulated under Regulation (EC) No 1107/2009; SANCO/10597-rev.9, 17 June 2011

http://ec.europa.eu/food/plant/protection/evaluation/guidance/wrkd0c23_en.pdf

Zulassungsbegleitende Forschung:

Bürge I., Bächli A., De Joffrey J.-P., Müller M., Spycher S. & Poiger T., 2013. The chiral herbicide beflubutamid (I): isolation of pure enantiomers by HPLC, herbicidal activity of enantiomers, and analysis by enantioselective GC-MS. *Environmental Science & Technology* **47**, 6806-6811.

Bürge I., Müller M. & Poiger T., 2013. The chiral herbicide beflubutamid (II): enantioselective degradation and enantiomerization in soil, and formation/degradation of chiral metabolites. *Environmental Science & Technology* **47**, 6812-6818.

Bala K., Geueke, B., Miska M.E., Rentsch D., Poiger T., Dadhwal, M., Lal R., Holliger C. & Kohler H.-P.E., 2012. Enzymatic Conversion of ϵ -Hexachlorocyclohexane and a Heptachlorocyclohexane Isomer, Two Neglected Components of Technical Hexachlorocyclohexane. *Environmental Science & Technology* **46**, 4051-4058.

Buerge I.J., Keller M., Buser H.R., Müller M.D. & Poiger T., 2011. Saccharin and other artificial sweeteners in soils: estimated inputs from agriculture and households, degradation, and leaching to groundwater. *Environmental Science & Technology* **45**, 2011, 615-621.

2.4 Daten und Methoden

Beurteilung von PSM, Zulassung

Die Beurteilung von Pflanzenschutzmitteln für die Zulassung erfolgt nach international festgelegten Kriterien und Guidance Dokumenten der EU, sowie der PSMV.

Marktkontrollen

CIPAC-Methoden für analytische und chemisch-physikalische Untersuchung von PSM.

Zulassungsbegleitende Forschung

Analysenmethoden basierend auf Gaschromatographie (GC) und Hochdruckflüssigchromatographie (HPLC), meist gekoppelt mit Massenspektrometrie (MS) resp. Tandem-Massenspektrometrie (MS/MS)

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

- Expertengutachten in den Bereichen Produktchemie, Umweltverhalten und Rückstände z.H. BLW und BAG
- Technisch-wissenschaftliche Publikationen zu spezifischen Themen der PSM-Zulassung und Risikomindernden Massnahmen sowie verwaltungsinterne Berichte
- Berichte zu Marktkontroll-Kampagnen z.H. der Koordinationsplattform Vollzug Chemikalienrecht (verfügbar im Internet: <http://www.bag.admin.ch/anmeldestelle/03894/03895/index.html?lang=de>)
- Publikationen in wissenschaftlichen, peer reviewed Zeitschriften
- Vorträge und Posterpräsentationen an wissenschaftlichen Konferenzen
- Teilnahme an internationalen Workshops und Expertenmeetings zu Beurteilung, Risikomanagement und Zulassung von PSM

3.2 Kunden

Zulassungsstelle des BLW

Kollegialämter (BAG und BAFU)

Kantone (Chemikalienverantwortliche/Kantonale Laboratorien, Kantonale Umweltämter)

Konsumentinnen und Konsumenten (indirekt)

Landwirte (indirekt)

3.3 Nutzen

Zulassungsstelle des BLW: fachlich fundierte und zeitnahe Expertise zu Gesuchen zu neuen PSM-Wirkstoffen, -Produkten oder Indikationserweiterungen in den Beurteilungsbereichen Produktchemie, Umweltverhalten und Rückstände auf Erntegütern

Kollegialämter (BAG und BAFU): fachlich fundierte und zeitnahe Expertise zu Gesuchen zu neuen PSM-Wirkstoffen in den Beurteilungsbereichen Umweltverhalten und Rückstände auf Erntegütern. Die Beurteilung der Rückstandssituation bei Indikationserweiterungen ermöglicht die Abstimmung von PSM Zulassungen und gesetzlichen Rückstandshöchstgehalten (Höchstkonzentrationen). Insbesondere das BAFU ist zudem ein potentieller Partner / Sponsor für die Forschungsprojekte im Bereich Umweltverhalten von PSM.

Kantonale Umweltämter (insbesondere der Kantone Zürich und Waadt) sind Auftraggeber von Forschungsprojekten, welche spezifische Fragen zum Auftreten und Verhalten von PSM in der Umwelt bearbeiten. Weiter führt Agroscope bei der Marktkontrolle von PSM in Absprache mit BLW und den kantonalen Chemikalienverantwortlichen die Laborarbeiten durch und unterstützt damit die Kantone wesentlich in ihrer Vollzugsaufgabe.

Konsumentinnen und Konsumenten profitieren von Lebensmitteln, die bezüglich Rückständen von PSM genau geprüft wurden.

Landwirten stehen für den Schutz ihrer Kulturen moderne, qualitativ einwandfreie und sichere Produkte zur Verfügung.

3.4 Impact

- Produkte, die ungenügend sind bezüglich Qualität oder inakzeptable Nebenwirkungen haben, werden nicht in den Handel gebracht
- Experten der PCH sind international gefragt und beteiligen sich an der fachlichen Diskussion auf europäischer Ebene
- Grösstmögliche Harmonisierung zwischen Schweizer HKs und Europäischen MRLs.
- Lebensmittel aus schweizerischer Produktion sind von hoher Qualität und sicher
- Forschungsergebnisse werden national und international beachtet und z.T. sehr gut zitiert, entwickelte Methoden werden breit eingesetzt (z.B. von kantonalen Ämtern, in Monitoring Programmen).



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.12.2.1 Ökotoxikologie und Umweltindikatoren für PSM

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Regulatorische Ökotoxikologie und Umweltindikatoren für Pflanzenschutzmittel
Titel Originalsprache kurz	Ökotoxikologie und Umweltindikatoren für PSM
Titel französisch	Ecotoxicologie et indicateurs environnementaux pour les produits phytosanitaires
Titel französisch court	Ecotoxicologie et indicateurs environnementaux pour PP
Titel englisch	Regulatory ecotoxicology and environmental indicators for plant protection products
Title english short	Ecotoxicology and environmental indicators for PPP
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Otto Daniel
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Annette Aldrich
Keywords	ecotoxicology, risk indicators, plant protection products, pesticides, risk reduction, risk assessment
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema(en)*	12.1 Schutz/schonende Nutzung natürlicher Ressourcen

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Pflanzenschutzmittel (PSM) sind biologisch aktive Produkte, die helfen, Ertrag und Qualität im Pflanzenbau zu sichern. Viele PSM haben aber auch Nebenwirkungen auf die Lebewesen und ihre Umwelt. Im Rahmen der Zulassung werden die ökotoxikologischen Risiken von PSM für Lebewesen im Wasser (Algen, Pflanzen, Krebstiere, Insekten, Fische), im Boden (Regenwürmer, Springschwänze, Mikroorganismen) und auf dem Land (Vögel, Säugetiere, Arthropoden, Nicht-Ziel Pflanzen) abgeklärt. Umwelt- und andere Indikatoren erlauben das Erfassen von langfristigen Trends oder der Wirksamkeit von risikomindernden Massnahmen. Agrar-Umweltindikatoren (AUI) „PSM-Verbrauch“ und „Aquatische Risiken von PSM“ sowie andere Indikatoren, z.B. Bioindikatoren, er-

lauben ein Monitoring der Wirkung getroffener Massnahmen bei komplexer, multipler, und räumlich und zeitlich variabler Exposition.

Durch die ökotoxikologischen Risikoanalysen werden Nebenwirkungen der PSM erkannt und können in Zulassung und Beratung berücksichtigt werden. Umwelt- und andere Indikatoren erlauben es den Erfolg des Zulassungsverfahrens und der gezielten Überprüfung zu dokumentieren und die Wirksamkeit neuer entwickelter Massnahmen zu untersuchen. Durch die ökotoxikologischen Risikoanalysen wird dafür gesorgt, dass PSM die Entwicklung der ländlichen Räume nicht beeinträchtigen und die Lebewesen darin nicht geschädigt werden.

Die ökotoxikologischen Risikoanalysen und die Erfassung der Umweltindikatoren erfolgen in enger Zusammenarbeit mit den Tätigkeitsfeldern 12.1 (Pflanzenschutzchemie), 19.1 (Anwendung, Wirkung und Risikomanagement von PSM) und den Fachbereichen Pflanzenschutzmittel und Ökologie des BLW.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Pflanzenschutzmittel (PSM) sind biologisch aktive Produkte, die helfen Ertrag und Qualität im Pflanzenbau zu sichern. Viele PSM haben aber auch Nebenwirkungen auf die Lebewesen und ihre Umwelt. Eine ökologische Intensivierung der Landwirtschaft bei gleichzeitiger Sicherung der natürlichen Ressourcen ist nur möglich, wenn bei der Bewilligung und beim Einsatz der PSM die Risiken für Lebewesen und Umwelt berücksichtigt werden. Die Pflanzenschutzmittelverordnung (SR 916.161) fordert, dass ein hohes Schutzniveau für die Umwelt gewährleistet ist und keine unannehmbaren Auswirkungen auf die Umwelt auftreten bezüglich den Nichtzielarten, der biologischen Vielfalt und den Funktionen der Ökosysteme.

Im Rahmen der Zulassung werden die ökotoxikologischen Risiken von PSM für Lebewesen im Wasser (Algen, Pflanzen, Krebstiere, Insekten, Fische), im Boden (Regenwürmer, Springschwänze, Mikroorganismen) und auf dem Land (Vögel, Säugetiere, Arthropoden) abgeklärt. Dabei wird die Exposition über verschiedene Transportpfade (Drift, Drainage und Abschwemmung) und Aufnahmepfade (Wasser, Boden, pflanzliche und tierische Ernährung) berücksichtigt. Je nach behandelte Kultur und der Habitats im off-crop Bereich sind andere Transportpfade und -raten relevant und kommen andere Lebewesen mit den PSM in Kontakt. Die ökotoxikologischen Gutachten sind ein wichtiger Bestandteil der multikriteriellen Zulassungsentscheide.

Die gezielte Überprüfung schon zugelassener PSM soll sicherstellen, dass alle Zulassungen in der Schweiz auf den neusten Informationen beruhen und mit den heute gültigen Beurteilungskriterien übereinstimmen. Eine wichtige Informationsbasis sind die in der EU im Rahmen der Wirkstoff Re-Evaluation von den Firmen beigebrachten neuen Dossiers und die Beurteilungen der „European Food Safety Authority“ EFSA. Bei vielen PSM-Wirkstoffen bestehen für einen oder mehrere Bereiche (Wasserlebewesen, Bodenlebewesen, Vögel, Nützlinge, ...) sogenannte „areas of concern“. In diesen Fällen ist eine vertiefte Risikoabklärung auf der Ebene der EU-Mitgliedstaaten durchzuführen, respektive sind geeignete Risikoreduktionsmassnahmen zu ergreifen.

Umwelt- und andere Indikatoren erlauben das Erfassen von langfristigen Trends oder der Wirksamkeit von risikomindernden Massnahmen. Im Rahmen der Zulassung sind die Risikoanalysen indikationsbezogen, modellhaft und prädiktiv, und beschränken sich auf eine Parzelle und deren Randbereich. Spezifische Situationen und die Resilienz oder Stabilität von Ökosystemen werden wenig berücksichtigt. Der Erfolg der Zulassung und der gezielten Überprüfung kann durch die Ergänzung mit Umwelt- und Bioindikatoren dokumentiert und die Wirksamkeit neu entwickelter Massnahmen untersucht werden.

Agrar-Umweltindikatoren (AUI) „PSM-Verbrauch“ und „Aquatische Risiken von PSM“ sollen im Rahmen der Nachhaltigkeitsverordnung (SR 919.118) berechnet werden. Im Kontext der Zusammenarbeit mit der EU sind auch die Nachhaltigkeitsrichtlinie (2009/128/EG) und die Statistikverordnung (1185/2009) relevant, welche bezüglich der Umweltindikatoren einen Informationsaustausch zwischen den Staaten vorsehen. Die AUI erlauben Analysen auf einer höheren Ebene als die Zulassung, nämlich auf den Ebenen Betrieb, Region, ganze Schweiz oder auch für ganze Wirkstoffgruppen.

Bioindikatoren sind natürlich vorhandene oder gezielt ausgesetzte Lebewesen, welche auf eine (chemische) Umweltbelastung reagieren und sie dadurch anzeigen. Solche zusätzlichen Indikatoren erlauben ein effizientes Monitoring der Wirkung getroffener Massnahmen bei komplexer, multipler, und räumlich und zeitlich variabler Exposition. Sie ermöglichen es auch spezifische Fragen zu untersuchen, z.B. ob bestimmte risikomindernde Massnahmen das Risiko genügend reduzieren, in welchen Fällen keine risikomindernden Massnahmen (RMM) nötig sind, oder ob bestimmte Regionen, Betriebstypen, Anbaumethoden etc. vertieft untersucht werden müssen.

2.2 Ziele

Oberziel: Es werden nur Pflanzenschutzmittel eingesetzt, die keine unakzeptablen Nebenwirkungen auf Lebewesen und Umwelt haben.

Die operativen Ziele sind:

- 1) Die ökotoxikologischen Risiken der PSM werden im Rahmen des Zulassungsverfahrens wissenschaftlich beurteilt und die Gutachten der Zulassungsstelle PSM des BLW termingerecht und in guter Qualität zugestellt.
- 2) Die ökotoxikologischen Risiken der schon bewilligten PSM-Produkte werden gezielt überprüft, d.h. wissenschaftlich beurteilt, und die Gutachten werden der Zulassungsstelle PSM des BLW termingerecht und in guter Qualität zugestellt.
- 3) Der Zulassungsprozess von PSM wird laufend wissenschaftlich und strategisch unterstützt durch die Erarbeitung von Konzepten zu Massnahmen der Risikominderung, die Involvierung in das Zulassungsverfahren der EU und die Mitarbeit in der Fachexpertengruppe PSM.
- 4) Die Agrar-Umweltindikatoren (AUI) „PSM-Verbrauch“ und „Aquatische Risiken von PSM“ sind methodisch auf dem aktuellsten Wissensstand und werden im Rahmen des Agrar-Umweltmonitorings termingerecht berechnet und interpretiert.
- 5) Andere Indikatoren, z.B. Bioindikatoren, werden im Bedarfsfall in Zusammenarbeit mit anderen Institutionen und im Rahmen der Möglichkeiten entwickelt und angewendet, um die Prämissen der ökotoxikologischen Risikoanalysen und die Wirkung von risikoreduzierenden Massnahmen zu überprüfen.

2.3 Literaturangaben

Anonym, 2010. Verordnung über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln (PSMV), SR916.161. Mai, 2010.

Anonym, 2009. OECD Survey on Countries' Approaches to the Collection and Use of Agricultural Pesticide Sales and Usage Data: Survey Results, OECD Environment, Health and Safety Publications, Series on Pesticides No. 47.

Anonym, 2008. Umweltziele Landwirtschaft. Hergeleitet aus bestehenden rechtlichen Grundlagen. Anonym, 2008. A common methodology for the collection of pesticide usage statistics within agriculture and horticulture. Luxembourg: Eurostat, Office for Official Publications of the European Communities, 66 S.

Anonym, 1999. Verordnung über die Direktzahlungen an die Landwirtschaft (DZV), SR910.13, Dezember 1999.

Anonym, 1998. Verordnung über die Beurteilung der Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft, SR

919.118, Dezember 1998.

Daniel, O., 2010. Der Boden lebt. In: Boden – Lebewesen, Grundstück oder Dreck? (Ed. U. Capaul). Neujahrsblatt der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen 62, 42-67.

Daniel, O, Gandolfi, M, Aldrich, A, Baumann, H, Büchi, R., 2007. Ökotoxikologische Risikoanalysen von Pflanzenschutzmitteln. *Agrarforschung* **14** (6), 266-271.

Daniel, O. Gandolfi, M., Aldrich, A., Baumann & H., Büchi, R., 2007. Ökotoxikologisches Risikomanagement von Pflanzenschutzmitteln. *Agrarforschung* **14** (6), 272-276.

Gutsche V., Strassemeyer J., 2007. SYNOPS – ein Modell zur Bewertung des Umwelt-Risikopotentials von chemischen Pflanzenschutzmitteln. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.* **59** (9), 197-210.

Spycher S, Badertscher R, Daniel O., 2013. Indikatoren für den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln in der Schweiz. *Agrarforschung* **4** (4), 192-199.

2.4 Daten und Methoden

PSM-Zulassung und gezielte Überprüfung der PSM-Bewilligungen

Eine Gesuchstellerin, die ein Pflanzenschutzmittel in Verkehr bringen möchte, stellt bei der Zulassungsstelle ein Gesuch und fügt für das betreffende PSM ein vollständiges Dossier zu Produkt, Wirkstoffen, Safener und Synergisten bei. Die Anforderungen an das Dossier sind in Anhang 5 und 6 der PSMV beschrieben. Im Falle von neuen Wirkstoffen sind immer vollständige Versuchs- und Studienberichte, welche nach GLP Standards durchgeführt wurden, einzureichen. Im Fall von neuen Produkten (Änderung Wirkstoffzusammensetzung, Formulierung) oder Erweiterungsgesuchen genügen zum Teil Zusammenfassungen. Die Dossiers werden von der PSM-Zulassungsstelle des BLW an die Beurteilungsstellen versandt. Die Vollständigkeit der Dossiers wird von den Beurteilungsstellen überprüft.

Versuchs- und Studienberichte unterliegen einem Berichtsschutz. Dieser dauert 10, in gewissen Fällen 13 Jahre ab dem Datum der Erstbewilligung des PSM, für welches die Daten gebraucht wurden. Im Falle der Erneuerung oder Überprüfung einer Bewilligung kann der Berichtsschutz 30 Monate betragen, wenn eingereichte Versuchs- und Studienberichte für die Beurteilung notwendig waren.

Ein wichtige Datengrundlage für die ökotoxikologische Beurteilung der Wirkstoffe stellen die DAR (draft assessment reports), die Anhänge zu den DAR, die Review Reports und die Endpunktlisten der EFSA dar. In diesen Unterlagen wurden die Versuchs- und Studienberichte durch Experten der EU MS bewertet und die ökotoxikologischen Risiken für repräsentative Formulierungen und Indikationen (Kultur + Schädling) abgeschätzt. Einerseits kann die Interpretation der Versuchs- und Studienberichte i.d.R. übernommen werden und andererseits zeigen die abgeleiteten AoC (areas of concern) und die dokumentierten Datenlücken, in welchen Bereichen bei der ökotoxikologischen Risikoanalyse besondere Sorgfalt gelegt werden muss. In Zukunft werden auch vermehrt zonale DAR, evtl. mit nationalen Addendi (berücksichtigen nationale Standort/Bewirtschaftungsfaktoren und verwenden national bevorzugte Methoden), zur Verfügung stehen. In diesen wurden die ökotoxikologischen Risiken für Produkte und Indikationen auf Ebene der EU-Zonen (Norden, Zentrum, Süden) beurteilt.

Die Methoden zur Beurteilung der ökotoxikologischen Risiken der PSM sind in allgemeiner Form im Anhang 9 der PSMV in den „Einheitlichen Grundsätzen für die Bewertung und Bewilligung von chemischen PSM“ beschrieben. Als Hilfe bei der Umsetzung dieser Grundsätze stellt die EFSA und andere Institutionen „guidance documents“ zur Verfügung. Sie decken verschiedene thematische Fachbereiche ab: Aquatik, Boden, Vögel und Säuger, Arthropoden, etc. Die „guidance documents“ werden bis Ende 2017 weiter entwickelt und überarbeitet. In komplexen Fällen, und wenn ein PSM schon länger verwendet wird und wissenschaftliche Studien durchgeführt wurden, kann für eine ökotoxikologische Beurteilung auch die zugängliche wissenschaftliche Literatur beigezogen werden.

Umweltindikatoren

Die an der ZA-AUI beteiligten Betriebe (decken ca. 1 % der im Pflanzenbau genutzten Fläche der Schweiz ab) erfassen ihre Pflanzenschutzmassnahmen mit der Software Agro-Tech. Die PSM-relevanten Daten werden aus Agro-Tech exportiert, für die weitere Verwendung aufbereitet, bezüglich der Qualität kontrolliert und danach für die Berechnung von Kennzahlen zum Indikator „Einsatz von PSM“ verwendet (Spycher et al., 2013).

Für die Berechnung des Indikators „Risiko aquatischer Ökotoxizität“ werden die gleichen Daten wie für den „Einsatz von PSM“ verwendet. Zusätzlich sind aber Daten zur aquatischen Ökotoxizität und für die Parametrisierung der Umweltmodelle notwendig. Die Berechnung des Indikators „Risiko aquatischer Ökotoxizität“ erfolgt mit dem Modell/der Datenbank Synops (Gutsche und Strassmeyer, 2007).

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

Gutachten und Empfehlungen zu risikomindernden Massnahmen, bei Bedarf in Form von Berichten zu spezifischen ökotoxikologischen Fragestellungen oder Expertengesprächen mit Vertretern der Firmen erfolgen kontinuierlich im Rahmen der Zulassung und der gezielten Überprüfung (Ziele 1 und 2).

An den Sitzungen der Fachexpertengruppe PSM werden 3-6 x pro Jahr ämterübergreifend Vorgehensweisen und Priorisierung der Arbeiten diskutiert (Ziele 1 und 2).

An den PRAS-Sitzungen und Telekonferenzen der EFSA werden die ökotoxikologischen Risikobeurteilungen der PSM-Wirkstoffe der EU reviewt (Ziele 1 und 2).

Berichterstattung und, wenn von der Vertraulichkeit der Daten / der Qualität der Resultate her möglich Publikation, erfolgt i.d.R. nach dem Abschluss von Teilprojekten (Ziele 1, 2, 3, 4, 5).

Mitarbeit in der „Expert Group on Pesticide Risk Indicators“ (EGPRI), welche den aktuellen Stand der heute verfügbaren Methoden der Risikoindikatoren evaluiert (Ziel 4).

Berichterstattung an das BLW und Publikation der Resultate

Der Wissenstransfer in der Lehre erfolgt über Vorlesungen an ETH und ZHAW sowie Vorträgen am Ökotoxzentrum an der EAWAG (Ziele 1, 2, 3, 4, 5).

3.2 Kunden

- a) BLW: Fachbereich Pflanzenschutzmittel, Fachbereich Ökologie
- b) Kantone, Landwirtschaftliche Fachstellen und Beratung
- c) Landwirtschaftliche Praxis

3.3 Nutzen

- a) BLW: Gutachten als Grundlage für die Zulassung von PSM
- b) Beratung: Anleitungen zum sicheren Einsatz von PSM und zur Minimierung von Risiken für die Umwelt
- c) Landwirtschaftliche Praxis: Sicherheit, dass bei Einhalten der guten landwirtschaftlichen Praxis und der Auflagen die PSM keine unakzeptablen Umweltschäden verursachen.

3.4 Impact

- Der Schweizerischen Landwirtschaft stehen PSM zur Verfügung, die nach neustem Stand des Wissens keine unakzeptablen Nebenwirkungen auf die Umwelt haben.
- Beratung und Landwirte haben Zugang zu Informationen, welche es erlauben, inhärente Risiken der PSM-Anwendung auf ein Minimum zu reduzieren.
- Das Bundesamt für Landwirtschaft kann gegenüber Öffentlichkeit und Politik ausweisen, dass das Zulassungsverfahren und die getroffenen risikomindernden Massnahmen (inkl. ÖLN) zu einem hinreichenden Schutz der Umwelt führen.



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.12.3.1

Genomik unterstützte Diagnostik und Epidemiologie

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Genomik unterstützte Diagnostik und Epidemiologie von Quarantäneorganismen und landwirtschaftlich relevanten Schädlingen
Titel Originalsprache kurz	Genomik unterstützte Diagnostik und Epidemiologie
Titre français	Diagnostic et épidémiologie des organismes de quarantaine et insectes ravageurs assistés par génomique
Titre français court	Diagnostic et épidémiologie assistés par génomique
Titel englisch	Genomics assisted diagnostics and epidemiology of quarantine organisms and agronomically relevant pests
Title english short	Genomics assisted diagnostics and epidemiology
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Jürg E Frey
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Christian Ahrens
Keywords	Invasion biology, molecular ecology, molecular epidemiology, source tracking, identification, barcoding, quarantine organisms, pests, marker development, marker assisted breeding
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	12.3 Sicherung der natürlichen Ressourcen: Invasive Organismen/Makroorganismen für den Pflanzenschutz

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Die korrekte Identifikation von landwirtschaftlich wichtigen Schädlingen ist eine wesentliche Grundlage für einen erfolgreichen und nachhaltigen Pflanzenschutz. Sie dient als Entscheidungsgrundlage für Quarantänemassnahmen und ist eine wichtige Voraussetzung für das Funktionieren von Modellen zur Vorhersage über ihr Auftreten. Zusammen mit epidemiologischen Daten und mit Daten über relevante

Eigenschaften dieser Schädlinge bilden diese Informationen die Basis für die Entwicklung robuster und zuverlässiger Pflanzenschutz-Strategien.

Dieses Tätigkeitsfeld umfasst zwei Projektgruppen. Die Projekte der ersten Gruppe „Genomik und Bioinformatik“ befassen sich mit Erarbeitung der Grundlagen und der Datenanalyse, diejenigen der zweiten Gruppe „Molekulare Diagnostik und Epidemiologie“ mit der entsprechenden Umsetzung.

Genomik und Bioinformatik – Unter Einsatz von Genom- und Transkriptomsequenzierung und der dazu notwendigen Bioinformatik suchen wir genetische Marker für eine präzise Diagnose von Schädlingen, die schwierig zu identifizieren sind, z.B. zur Differenzierung von Pathovaren pflanzenpathogener Bakterien, von unterschiedlichen Virenstämmen, oder von nahe verwandten Insekten. Die Technologie wird auch für metagenomische Untersuchungen mikrobieller Ökosysteme eingesetzt.

Molekulare Diagnostik und Epidemiologie – In dieser Projektgruppe werden diagnostische Methoden und die dazu notwendigen Marker entwickelt sowie die eigentlichen Diagnosen und Genotypisierungen durchgeführt. Die im Rahmen des ersten Projekts erarbeitete Information wird zu praxistauglichen diagnostischen Tests weiterentwickelt. Diese Tests ermöglichen eine rasche und präzise Diagnostik von Quarantäneorganismen und andern landwirtschaftlich wichtigen Schädlingen. Ausserdem bilden sie die Basis für epidemiologische bzw. populationsgenetische Untersuchungen, beispielsweise zur Invasionsbiologie neuer Schädlinge.

Die Ergebnisse aus der ersten Projektgruppe sind eine wichtige Voraussetzung für den Erfolg der Arbeiten in der zweiten Projektgruppe. Die Relevanz der Projekte zeigt sich unter anderem bei an Flughäfen entdeckten Quarantäneorganismen, wo eine rasche und zuverlässige Diagnose unverzichtbar ist. Beide Projektgruppen ergänzen sich ideal und in beiden besteht eine enge Zusammenarbeit mit anderen Forschungsgruppen innerhalb des IPB und Agroscope sowie mit dem BLW.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Genomik und Bioinformatik

Die heute zur Verfügung stehenden diagnostischen Tests erlauben es oft nicht, wichtige Schädlinge mit der für den Pflanzenschutz relevanten Auflösung zu identifizieren. Zum Beispiel können viele wichtige pflanzenpathogene Bakterien nur bis zur Stufe der „Art“, nicht aber auf der nötigen Stufe „Pathovar“ identifiziert werden. In Fällen, wo die zur Verfügung stehenden genetischen Marker für die gewünschte Diagnose ungenügend sind, verwenden wir neueste Sequenzierungstechnologien für die de-novo Genomsequenzierung wichtiger pflanzenpathogener Bakterien (z.B. Feuerbrand) und Viren bzw. partielle Genomsequenzierung von Eukaryoten. Basierend auf den Sequenzinformationen entwickeln wir spezifische diagnostische Tests und/oder suchen nach Pathogenizitätsgenen. Die Kenntnis der Besonderheiten und Kombination solcher Gene ist eine wichtige Basis für die Weiterentwicklung von Pflanzenschutzstrategien. Die bioinformatische Analyse von Genom- und Transkriptomsequenzen erlaubt Rückschlüsse über taxonomische Zugehörigkeiten und charakteristische Eigenschaften. Vergleichende genomische, populationsgenomische und transkriptomische Analysen von agronomisch relevanten Organismen dienen dazu, Fragen über die genetischen Grundlagen von spezifischen Anpassungen zu beantworten und eröffnen damit neue Möglichkeiten für den Pflanzenschutz. Die Analyse der Daten bedient sich einer stets aktualisierten Bioinformatik-Infrastruktur.

Molekulare Diagnostik und Epidemiologie

Molekulare Diagnostik – Quarantäne-Diagnostik ist in der Regel dringend, weshalb dieser Arbeit eine hohe Priorität eingeräumt werden muss. Für eine präzise Diagnostik von neuen Quarantäneorganismen bedarf es ausserdem oft der Entwicklung und/oder der Modifikation molekularer Methoden zur

genetischen Identifikation. Dazu benutzen wir unter anderem die Sequenzinformationen aus den genomischen Analysen. Die Entwicklung bzw. Anpassung von molekularen Markern für spezifische Eigenschaften wie Pathogen- oder Pestizidresistenzen ist ausserdem die Voraussetzung für epidemiologische Untersuchungen über deren Häufigkeit und Auftreten, für die Pflanzengenotypisierung zur Validierung des Nuklearstocks und für die markerunterstützte Selektion von Apfelsorten.

Molekulare Epidemiologie und Invasionsbiologie – Die Kenntnis der Herkunft einer neuen invasiven Art ist ein wichtiger Indikator für die Beurteilung des Risikos, das sie für unsere Pflanzenproduktion bedeutet. Ausserdem ergeben sich daraus wichtige Hinweise auf mögliche Schwachstellen des potentiellen Schädling. Informationen über populationsgenetische Parameter bilden die Basis zum Verständnis von Faktoren, die für die Verbreitung und Populationsgrössen verantwortlich sind. Informationen zu Häufigkeit und Ausbreitung von agronomisch relevanten Eigenschaften bilden die Grundlage für die Entwicklung bzw. Anpassung von Pflanzenschutz-Strategien, die zum Beispiel neu auftretende Pestizidresistenzen bei Insekten berücksichtigen müssen.

2.2 Ziele

Genomik und Bioinformatik

1. Im Rahmen des Aufbaus des „Agroscope Netzwerk Genomik und Bioinformatik“ (ANET-GB) wird die Bioinformatik-Infrastruktur weiter entwickelt und in Projektzusammenarbeit Agroscope-weit zur Verfügung gestellt.
2. Vergleichende Genomanalysen zwischen pflanzenpathogenen Mikroorganismen und nicht-pathogenen nahen Verwandten werden durchgeführt, um Taxon-spezifische Sequenzen und Pathogenitäts-Gene zu identifizieren.
Diese Information wird dazu eingesetzt, spezifische Identifikationstests zu entwickeln und neue Pflanzenschutzstrategien auszuarbeiten. Vergleichende Genom- und Transkriptomanalyse wird auch eingesetzt, um z.B. die Pathogenizität eines der wichtigsten pflanzenpathogenen Nematoden zu untersuchen.
3. Studien zur mikrobiellen Biodiversität in verschiedenen Systemen werden im Rahmen des AFP „Mikrobielle Biodiversität“ und in Projektzusammenarbeit mit Forschungsgruppen aus ganz Agroscope mit genomischen und metagenomischen Methoden durchgeführt.

Molekulare Diagnostik und Epidemiologie

4. *Molekulare Diagnostik* – Die Quarantäneorganismen werden fristgerecht identifiziert, die entwickelten/eingesetzten Methoden entsprechen dem aktuellen Standard. Die entwickelten molekularen Marker sind zuverlässig und werden effizient eingesetzt.
5. *Molekulare Epidemiologie und Invasionsbiologie* – Populationsgenetische und epidemiologische Untersuchungen agronomisch relevanter oder invasiver Organismen werden durchgeführt, um die Populationsstruktur und die wichtigsten Ausbreitungswege kennen zu lernen und damit Ansatzpunkte für einen verbesserten Pflanzenschutz und bessere Quarantänemassnahmen zu erhalten.

2.3 Literaturangaben

- Frey J.E.**, Guillén L., Frey B., Samietz J., Rull J., Aluja M., 2013. Developing diagnostic SNP panels for the identification of true fruit flies (Diptera: Tephritidae) within the limits of COI-based species delimitation. *BMC Evolutionary Biology* 13 (1), 106.
- Smits T.H., Rezzonico F., López M.M., Blom J., Goesmann A., **Frey J.E.**, Duffy B., 2013. Phylogenetic position and virulence apparatus of the pear flower necrosis pathogen *Erwinia piriflorinigrans* CFBP 5888T as assessed by comparative genomics. *Syst Appl Microbiol.* 2013 May 29. doi:p11: S0723-2020(13)00069-6.
- Bühlmann A., Pothier J.F., Tomlinson J.A., **Frey J.E.**, Boonham N., Smits T.M., Duffy, B., 2012. Genomics-informed design of loop-mediated isothermal amplification for detection of phytopathogenic *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* at the intraspecific level. *Plant Pathology*, doi: 10.1111/j.1365-3059.2012.02654.x .

- Mann R.A., Blom J., Bühlmann A., Plummer K.M., Beer S.V., Luck J.E., Goesmann A., **Frey J.E.**, Rodoni B.C., Duffy B., Smits T.H.M., 2012. Comparative analysis of the Hrp pathogenicity island of *Rubus*- and Spiraeoideae-infecting *Erwinia amylovora* strains identifies the IT region as a remnant of an integrative conjugative element. *Gene* 504, 6-12.
- Walsh F., Ingenfeld A., Zampiccoli M., Hilber M., **Frey J.E.**, Duffy B., 2011. Real-time PCR methods for quantitative monitoring of streptomycin and tetracycline resistance genes in agricultural ecosystems. *Journal of Microbiological Methods*. 86, 150-155.
- Holterman M., Oggenfuss M., **Frey J.E.**, Kiewnick S., 2011. Evaluation of high resolution melting curve analysis as a new tool for root-knot nematode diagnostics. *J. Phytopathology* 160, 59-66.
- Jänsch M., **Frey J.E.**, Hilber-Bodmer M., Broggin G.A.L., Weger J., Schnabel G., Patocchi A., 2011. SSR marker analysis of *Monilinia fructicola* from Swiss apricots suggests introduction of the pathogen from neighbouring countries and the United States. *Plant Pathology*, DOI: 10.1111/j.1365-3059.2011.02511.x
- Pasquer F., Pelludat C., Duffy B., **Frey J.E.**, 2010. Broad spectrum microarray for fingerprint-based bacterial species identification. *BMC Biotechnology* 10, 13.
- Brunner P., **Frey J.E.**, 2010. Habitat-specific population structure in native western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Insecta, Thysanoptera). *Journal of Evolutionary Biology* 23, 797-804, doi:10.1111/j.1420-9101.2010.01946.x.
- Pelludat C., Duffy B., **Frey J.E.**, 2009. Design and development of a DNA microarray for rapid identification of multiple European quarantine phytopathogenic bacteria. *European Journal of Plant Pathology* 125, 413-423.
- Pasquer F., Pfunder M., Frey B., **Frey J.E.**, 2009. Microarray-based genetic identification of beneficial organisms as a new tool for quality control of laboratory cultures. *Biocontrol Science and Technology* 19 (8), 809-833.
- Frey J.E.**, Frey B., Baur R., 2004. Molecular identification of the Swede Midge *Contarinia nasturtii* (Diptera: Cecidomyiidae). *Canadian Entomologist* 136:771-780.
- Brunner P.C., Fleming C., **Frey J.E.**, 2002. A molecular identification key for economically important thrips species (Thysanoptera: Thripidae) using direct sequencing and a PCR-RFLP-based approach. *Agricultural and Forest Entomology* 4: 127-136.
- Forcioli D., Frey B., **Frey J.E.**, 2002. High Nucleotide Diversity in the para-like Voltage-Sensitive Sodium Channel Gene Sequence in the Western Flower Thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *Journal of Economic Entomology* 95: 838-84.
- Frey J.E.**, 1999. Genetic flexibility of plant chloroplasts. *Nature* 398:115-116.

2.4 Daten und Methoden

Bei allen Basisdaten handelt es sich in erster Linie um DNA-Sequenzen. Für die Barcoding-basierende Identifikation von Schadorganismen werden dazu die ersten ca. 700 Basenpaare des mitochondrialen Cytochrom c Oxidase I Gens verwendet. Für Genomanalysen werden mit neuesten Technologien die Genome der betreffenden Organismen vollständig sequenziert, assembliert und annotiert. Für invasionsbiologische Untersuchungen werden zum Beispiel SNPs (single nucleotide polymorphisms) verwendet, die ebenfalls auf der Basis der DNA-Sequenz etabliert werden. Die für die unterschiedlichen Fragestellungen einzusetzenden Methoden sind in den oben aufgeführten Referenzen detailliert beschrieben (Programme für die Analyse von genomischen, transkriptomischen, metagenomischen und/oder populationsgenetischen Daten). Alle Referenzen wurden vom PI begleitet (Ko-author), die notwendige Expertise ist in der Forschungsgruppe vorhanden.

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

Die Forschungsergebnisse werden in wissenschaftlichen Publikationen, Fachzeitschriften und an nationalen und internationalen Tagungen veröffentlicht.

3.2 Kunden

- BLW, EPSD; 12.4 Agroscope Pflanzenschutzdienst (APSD)
- Agroscope Forschungsgruppen: FG 13.1: Bioinformatische Analysen bei Untersuchungen der Biologie von Pilzen und Bakterien. FG 13.2: Genomik und Populationsgenetik/Invasionsbiologie von phytopathogenen Nematoden; Markerentwicklung für nematopathogene Pilze. FG 13.3: Erarbeitung von Grundlagen und molekularen Methoden für die Apfelresistenzzüchtung. FG 15.3: Virologie und Phytoplasmologie
- ILM FG 32.2: Kulturen, Biodiversität und Terroir
- INH FG 43.4: Molekulare Ökologie

3.3 Nutzen

- BLW – Präzise und fristgerechte Diagnosen für die Import-Kontrolle; Entwicklung neuer diagnostischer Tests
- IPB – Zusammenarbeit in genetischen, genomischen (inkl. Transkriptomik und Metagenomik) und populationsgenetischen/invasionsbiologischen Projekten; Unterhalt und Weiterentwicklung der bioinformatischen Analysepipelines für genomische, transkriptomische, metagenomische und populationsgenetische Studien; Bereitstellen der Datensicherung.
- Agroscope – Projektspezifische Zusammenarbeit, Einbringen unserer Expertise in molekularer Diagnostik, Genomik und Bioinformatik.
- Die entwickelten diagnostischen Tests stehen dem freien Markt zur Verfügung.

3.4 Impact

- Die molekulare Diagnostik ist qualitativ und technologisch auf dem neuesten Stand, die Import-Diagnostik wird zuverlässig durchgeführt.
- Die käuflichen diagnostischen Tests werden z.B. von NPPOs an Flughäfen breit genutzt.
- FGs aus dem IPB und aus ganz Agroscope profitieren im Rahmen von kollaborativen Projekten vom Genomik- und Bioinformatik-Hub und von den populationsgenetischen Analysepipelines, z.B. für invasionsbiologische Studien.
- Die Forschungsergebnisse sind publiziert und werden international beachtet, die entwickelten Methoden werden breit eingesetzt.



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.12.4.1 Agroscope Pflanzenschutzdienst und Anerkennung von Obstgehölz (APSD)

(Version 8.11.13/buma)

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Agroscope Pflanzenschutzdienst und Grundlagen der Zertifizierung von Obstgehölz – Massnahmen gegen Pflanzen-Quarantäneorganismen und betreiben des Nuklearstockes, der Virus-testung sowie der Anerkennung von Obstgehölz
Titel Originalsprache kurz	Agroscope Pflanzenschutzdienst und Anerkennung von Obstgehölz (APSD)
Titre français	Agroscope service phytosanitaire et principes de certification des arbres fruitiers - mesures contre les organismes de quarantaine végétale et opérer le conservatoire, les tests de virus et la certification des arbres fruitiers
Titre français court	Agroscope service phytosanitaire et la certification des arbres fruitiers (ASP)
Titel englisch	Agroscope plant protection service and principles of certification of fruit trees – measures against plant quarantine organisms and operate the nuclear stock, the virus testing and the certification of fruit trees
Title english short	Plant protection service and principles of certification of fruit trees (APP)
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Markus Bünter
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Lukas Schaub
Keywords	plant quarantine organisms, plant passport, phytosanitary certificat, diagnostics of quarantine organisms, fruit tree identification, nursery, nuclear stock, certification scheme for fruit trees
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	12.3 Invasive Organismen/Makroorganismen für den Pflanzenschutz

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Agroscope Pflanzenschutzdienst (APSD)

Durch den weltweiten Handel mit 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 Zertifizierung, Pflanzen- und Sortenschutz (FB ZPS), 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. Die in diesem Bereich notwendige technisch-wissenschaftliche Beratung wird durch den Agroscope Pflanzenschutzdienst (APSD) in Wädenswil und in Changins als Teil des Eidgenössischen Pflanzenschutzdienstes (EPSD) wahrgenommen.

Die Vollzugsarbeiten des Bundesamtes für Landwirtschaft (BLW), Fachbereich Zertifizierung, Pflanzen- und Sortenschutz (FB ZPS), stützen sich stark auf die Expertise und Infrastruktur von Agroscope ab (z.B. Bakteriologie, Entomologie, Mykologie, Nematologie, Phytoplasmologie, Virologie mit jeweils entsprechenden Laborkapazitäten). Dazu besteht bereits eine langjährige, enge Zusammenarbeit. Agroscope hat einen Pflanzenschutzdienst (APSD, früher Pflanzenschutzinspektorat) eingerichtet, welcher wichtige Vollzugsarbeiten im Rahmen des EPSD wahrnimmt. Der APSD nimmt im Rahmen des EPSD eine wichtige Scharnierfunktion zwischen dem BLW (FB ZPS) und den Pflanzenschutzexperten bei Agroscope wahr.

Der APSD koordiniert Import- und Pflanzenpass-Diagnosen an Agroscope, welche mithelfen, QO-verseuchtes Pflanzenmaterial an den Grenzen zu stoppen und zurückzuweisen und QO-verseuchte Jungpflanzen in Jungpflanzenbetrieben zu vernichten. Damit wird die Einschleppung, die Etablierung und Ausbreitung von Quarantäneorganismen in der Schweiz verhindert.

Die Situation von gefährlichen Organismen in der Schweiz wird durch Gebietsüberwachungen erhoben, die in Zusammenarbeit mit den zuständigen kantonalen Fachstellen und mit den entsprechenden Diagnoselabors an Agroscope durchgeführt werden. Diese Resultate werden an das EU-Pflanzenschutzinspektorat übermittelt und erlauben, ein Bild über die ganze EU zu erhalten.

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 ausgestellt. Diese Expertisen bilden die Grundlage für die Priorisierung von Massnahmen gegen die besonders gefährlichen Organismen und unterstützen den EPSD und die KPSD bei der Umsetzung der PSV und VvPM.

Diese Arbeiten sind die Grundlage, um eine nachhaltige landwirtschaftliche Produktion in der Schweiz zu erhalten.

Anerkennung Obstgehölz

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 Obstbau in der Schweiz geschaffen. Die Anerkennung von Obstgehölz ist die Garantie für einen guten phytosanitären Zustand der Jungpflanzen, insbesondere die Freiheit von allen bekannten Virose (z.B. Sharka, Pfeffinger- und Rosettenkrankheit) sowie Phytoplasmosen (z.B. Apple Proliferation MLO, Pear Decline MLO und European stone fruit yellows phytoplasma [ESFY]). Gegen diese Krankheiten gibt es keine kurative Behandlungsmethoden, deshalb ist die Prävention sehr wichtig.

Der PL ist Mitglied beim Service de Matériel de Multiplication (SMM), welches jährlich einmal tagt.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Agroscope Pflanzenschutzdienst (APSD)

Durch den weltweiten Handel mit 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 Zertifizierung, Pflanzen- und Sortenschutz (FB ZPS), und implizit Agroscope, ist zuständig für den Bereich Landwirtschaft / produzierender Gartenbau. Das Bundesamt für Umwelt (BAFU), Sektion Grundlagen und Waldberufe an der Abteilung Wald und implizit die WSL ist zuständig für den forstlichen Pflanzenschutz, namentlich für Waldbäume und –sträucher innerhalb und ausserhalb des Waldareals.

Die kantonalen Pflanzenschutzdienste (KPSD) sind für die Umsetzung und den Vollzug in den Kantonen zuständig. Das BLW braucht technisch-wissenschaftliche Beratung, welche durch den Agroscope Pflanzenschutzdienst (APSD) in Changins (L. Schaub) und Wädenswil (M. Bünter) als Teil des Eidgenössischen Pflanzenschutzdienstes (EPSD) wahrgenommen wird. Im Weiteren benötigt das BLW Diagnoselabors für Import- und Exportdiagnosen, sowie für Diagnosen im Bereich des Pflanzenpasses und der Gebietsüberwachung. Der APSD koordiniert die oben aufgeführten Diagnosen sowie Gebietsüberwachungen und Expertisen zusammen mit den zuständigen Agroscope-Experten und den kantonalen Stellen. Sehr sensibel sind die Import- und Pflanzenpasskontrollen mit den dazugehörigen Diagnosen. QO-verseuchtes oder mit neuen Schadorganismen kontaminiertes Pflanzenmaterial kann am Flughafen oder Ersteintrittsort zurückgewiesen und QO-verseuchte Jungpflanzen in Jungpflanzenbetrieben vernichtet werden und somit die Einschleppung, die Etablierung und Ausbreitung von Quarantäne- und neuen Organismen in der Schweiz verhindert werden. Die Kosten für die Prävention sind gemäss Erfahrungen immer viel kleiner als die Kosten für die Schäden und die Massnahmen gegen diese ungewünschten Organismen. Im Weiteren unterstützt die APSD die KPSD bei der Umsetzung der PSV und VvPM. Zusammenarbeit mit Experten im In- und Ausland erarbeitet der APSD Risikoevaluationen zu Quarantäneorganismen oder zu neuen Schadorganismen für die Schweiz.

Anerkennung Obstgehölz

Gesundes und geprüftes Vermehrungsmaterial ist für eine erfolgreiche Obstproduktion die Basis. Viren und Phytoplasmen im Obstgehölz können grosse wirtschaftliche Schäden verursachen. Gegen diese Krankheiten gibt es keine kurative Behandlungsmethoden, deshalb ist die Prävention, d.h. anerkannte Jungpflanzen sehr wichtig.

Der Nuklearstock in Wädenswil dient der Bereitstellung und Produktion von gesundem, sortengeprüftem, anerkanntem und zertifiziertem Obst-Vermehrungsmaterial. Die Anerkennung von Obstgehölz ist die Garantie für einen guten phytosanitären Zustand der Jungpflanzen, insbesondere die Freiheit von allen Virose (z.B. Sharka, Pfeffinger- und Rosettenkrankheit) sowie Phytoplasmen (z.B. Apple Proliferation MLO, Pear Decline MLO und European stone fruit yellows phytoplasma [ESFY]).

2.2 Ziele

Globalziele

- 1. Verhinderung der Ein- und Verschleppung sowie Ausbreitung von QO (BLW-Anliegen 430 – FS 17 bis 23)
- 2. Bereitstellen von Virus- und Phytoplasmen-freien und sortenechten Vorstufen-Edelreiser für Kern- und Steinobst. (BLW-Anliegen 420 – FS 7 und 8)

Mussziele

- 3. GEQ (Groupe d'experts de quarantaine-Expertengruppe Quarantäne) und EPSD (Eidg. Pflanzenschutzdienst) erhalten die nötige technisch-wissenschaftliche Beratung. (FS 20, 21)
- 4. Diagnosen zu Quarantäneorganismen, welche im Zusammenhang mit Import- bzw. Export-Kontrollen sowie Pflanzenpass- und Gebietsüberwachungen im Inland anfallen, sind koordiniert und organisiert. (FS 20 inkl. 17, 18, 19 und 22)
- 5. Pflanzenschutzzeugnisse für Exporte in Länder ausserhalb der EU sowie allfällige Abklärungen und erforderliche Diagnosen sind termingerecht erledigt. (FS 20)
- 6. Das Schweizer Pflanzenpass-System erhält technisch-wissenschaftliche Beratung. (FS 20, 21)
- 7. Informationen über QO sind in geeigneten Zeitschriften und Medien publiziert. (FS 20)
- 8. Bedarfsgerechte fachliche Unterstützung bei der Evaluation der Massnahmen im Rahmen der Strategie zur Bekämpfung des Feuerbrandes (FS 20, 21)**
- 9. Besprechungen der Sortengruppe JardinSuisse/SOV/ACW sind koordiniert. (FS 7)
- 10. Vorstufen-Edelreiser von Kern- und Steinobst als Ausgangsmaterial für die Zertifizierung im Schweizer Obstbau sind für Baumschulen zur Verfügung gestellt. (FS 8)

Wunschziele

- 11. Massnahmen der KPSD sind unterstützt und harmonisiert (FS 20)
- 12. Forschungsprojekte über QO in anderen Forschungsgruppen sind initiiert und werden begleitet (FS 20)
- 13. Obstbaumschulen werden bei der Zertifizierung von Obstgehölzen begleitet und unterstützt (FS 8)

Erklärungen:

* FS = Factsheets aus „Inventar der Vollzugsaufgaben“ des BLW im Zuständigkeitsbereich von Agroscope

** Lead beim BLW, drh (BLW Anliegen 160 verlinkt mit Stakeholder-Anliegen 382 und 539 (Zusammenarbeit FG 13.1 und 12.4))

2.3 Literaturangaben

Siehe auf den Websites www.pflanzenschutzdienst.agroscope.ch und www.nuklearstock.agroscope.ch sowie www.pflanzenschutzdienst.ch

Bünter, M., Buchmann, B., Bravin, E., 2013, Gesunde Jungpflanzen – ein Schlüssel zum Erfolg, SZOW 2/13: 10 - 13

Schaerer, S., Bünter, M., 2013, Agroscope-Merkblätter über Obst-Phytoplasmosen Apfeltriebsucht (AP), Birnenverfall (PD) und Europäische Steinobst-Vergilbungskrankheit (ESFY), je 2 Seiten

Bünter, M., Holliger, E., Silvestri, G., 2012, Feuerbrand-Merkblatt 1-02-002: Massnahmen in der vom Bund ausgeschiedenen Befallszone: Vernichtung der Pflanzen, Rückschnitt oder keine Sanierung?, 3 Seiten

Schaub L., Furlan M., Toth T., Steinger T., Carrasco R., Toepfer S., 2011, Efficiency of pheromone traps for monitoring Diabrotica virgifera virgifera LeConte., OEPP/EPPO Bulletin 41: 189-194

Bünter, M., Balmelli, C., 2011, Sharka – Vorbeugen ist wichtig, SZOW 21/11: 21 – 22

Linder C., Schaub L., Klötzli F., 2010, Efficacité du traitement à l'eau chaude contre les oeufs de Sca-

phoideus titanus, vecteur de la flavescence dorée de la vigne, RSVAH 42 (2) 135-135
 Bünter, M., Bregy, G., 2010, Jungbäume gesund erhalten, Früchte & Gemüse 11: 18 - 22
 Putallaz, O., Bünter, M. et al., 2010, La sharka en Suisse: bilan et perspectives, RSVAH 42 (1): 66-67
 Bünter, M. et al., 2009, 50 Jahre Anerkennung von Obstgehölzen, SZOW 19/09: 11-14
 Bünter, M. et al., 2009, Obst-Genressourcen-Sammlungen sind auch Virensammlungen. Bei der Vermehrung ist Vorsicht geboten, BEVOG Newsletter 3-09 Virenspezial
 Jermini M., Gusberti M., Schaub L., Linder C., Gugerli P., Schaerer S., Kehrli P., Colombi L., Bellion S., Emery S., 2008, Flavescence dorée and Scaphoideus titanus: Distribution and control in Switzerland, IOBC/wprs Bulletin 36, 107-111

2.4 Daten und Methoden

Agroscope Pflanzenschutzdienst (APSD)

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

https://www.ippc.int/index.php?id=ispms&no_cache=1&L=0

Anerkennung von Obstgehölz

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>

Infrastuktur 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. Natürlich sind Labors mit einer Ausrüstung zur Virus- und Phytoplasmendiagnostik nötig.

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

- Expertengutachten in Zusammenarbeit mit Agroscope Pflanzenschutzexperten zu bestimmten Quarantäneorganismen oder neuen Schadorganismen
- Pflanzenschutzzeugnisse für Exporte von Pflanzen und Pflanzenteilen
- Praxisorientierte Publikationen über Quarantäneorganismen und Anerkennung/Zertifizierung Obstgehölz
- Vorträge und Posterpräsentationen an nationalen und internationalen Fachveranstaltungen über Quarantäneorganismen und Anerkennung/Zertifizierung Obstgehölz
- Aus- und Weiterbildungen der Pflanzenpasskontrolleure und EPSP Mitarbeitenden
- Teilnahme an diversen Fach-Tagungen

3.2 Kunden

- BLW – Fachbereich Zertifizierung, Pflanzen- und Sortenschutz (FB ZPS)
- EPSP – Eidgenössischer Pflanzenschutzdienst

- KPSD – Kantonale Pflanzenschutzdienste, kantonale Fachstellen für Obst und kantonale Fachstellen für Gemüsebau.
- Kontrollorganisationen für Pflanzenpass und Zertifizierung – Concerplant, Vitiplant und SZG
- Jungpflanzenbetriebs- und Baumschul-Branche (JardinSuisse und Schweizer Obstverband – SOV)
- Obstbranche – SOV (Schweizer Obstverband)
- Gemüsebranche (Schweizerische Zentrale für Gemüsebau und Spezialkulturen, SZG)
- Kartoffelbranche - Swisspatat- und VSKP Vereinigung Schweizerischer Kartoffelproduzenten
- Saatgutbranche – Swissem- Schweizerischer Saatgutproduzentenverband

3.3 Nutzen

- BLW und EPSD: Die Bundesstellen werden bei der Verhinderung der Einschleppung und der Etablierung sowie der Ausbreitung von Quarantäneorganismen in der Schweiz mit der technisch-wissenschaftlicher Expertise und der Koordination der entsprechende Agroscope-Laborkapazität für Diagnosen durch den APSD unterstützt.
- KPSD und kant. Fachstellstellen Obst- und Gemüsebau: Die kantonalen Fachstellen werden bei der Umsetzung und dem Vollzug in den Kantonen durch den APSD unterstützt.
- Die Kontrolleure der Kontrollorganisationen für Pflanzenpass und Zertifizierung werden jährlich durch den EPSD aus – und weitergebildet. Der APSD ist für die fachliche Aus- und Weiterbildung zuständig.
- Mit Einbezug der zuständigen Branchen erarbeitet der EPSD die für die Schweiz gültigen Vorgaben für Massnahmen gegen Quarantäneorganismen unter Berücksichtigung der PSV, VvPM und der EU-Gesetzgebung.

3.4 Impact

- Früherkennung und präventive Massnahmen gegen QO reduzieren nachfolgende Kosten für Sanierungen und Bekämpfungsmassnahmen. (Beispiele: Sharka, Flavesence dorée und Diabrotica)
- Die Schweiz agiert bezüglich Quarantäne- und neuen Organismen in einem gesamteuropäischen legislativen Kontext und ist somit hinsichtlich Massnahmen gegen Quarantäne- und neue Organismen Verpflichtungen eingegangen. Ohne die Leistungen von APSD könnten diese Verpflichtungen nicht eingehalten werden.
- Ist ein Quarantäneorganismus in Teilen der Schweiz endemisch vorhanden, braucht es einheitliche phytosanitäre Bundes-Vorgaben zur Eindämmung des Organismus, damit eine weitere Ausbreitung in andere Regionen und das angrenzende Ausland verhindert werden kann. (Beispiel: Feuerbrand)
- Die Verfügbarkeit von phytosanitär einwandfreiem Ausgangsmaterial (Edelreiser und Unterlagen) ist ein Grundpfeiler in der Obst-Jungpflanzenproduktion in der Schweiz. Dies ermöglicht den Baumschulen die Vermehrung von gesunden Obst-Jungpflanzen und vermeidet damit grosse wirtschaftliche Einbussen auf den Schweizer Obstproduktionsbetrieben.



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.13.1.1

Integrierte Strategien gegen Pilze und Bakterien im Obst- und Gemüsebau

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Entwicklung von Grundlagen für integrierte Bekämpfungsstrategien bei Pilzen und Bakterien im Obst- und Freilandgemüsebau
Titel Originalsprache kurz	Integrierte Strategien gegen Pilze und Bakterien im Obst- und Gemüsebau
Titre français	Développement des bases scientifiques pour les stratégies de lutte intégrée contre les pathogènes des fruits et légumes
Titre français court	Développement de stratégies contre les champignons et bactéries des fruits et légumes
Titel englisch	Development of basic research for integrated control strategies of pathogens in fruits and vegetables
Title english short	Development of strategies against fungi and bacteria in fruits and vegetables
LeiterIn Tätigkeitsfeld	E. Holliger
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	A. Patocchi
Keywords	quarantine organism, diagnosis, emerging diseases, epidemiology, bacteriology, mycology, fire blight, biocontrol, mapping resistance genes, molecular markers, apple breeding
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	11.2 Pflanzenproduktionsmethoden, Pflanzenschutz

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Die Aktivitäten im Tätigkeitsfeld „Entwicklung von Grundlagen für integrierte Bekämpfungsstrategien bei Pilzen und Bakterien im Obst- und Freilandgemüsebau“ leisten wichtige Beiträge zum thematischen Schwerpunkt 11 „Ökologische Intensivierung“ mit dem Kernthema 11.2 „Pflanzenproduktionsmethoden“. Die Vollzugsaufgaben in diesem Tätigkeitsfeld werden in einem Prozess zusammenge-

fasst. Das Tätigkeitsfeld fokussiert sich auf die Verbesserung der Pflanzenproduktionsmethoden bei Kern- und Steinobst sowie bei Gemüse mit Blick auf Umweltauswirkungen unter Einbezug von Pflanzenschutz, robusten Sorten, Saat- und Pflanzgut.

Vier Projekte werden im Tätigkeitsfeld sinnvoll miteinander verknüpft.

- **Projekt „Grundlagen für Entwicklung phytosanitärer Massnahmen (Pilze und Bakterien) bei Kern- und Steinobst und Gemüse“**

Untersuchung der Biologie und der Epidemiologie von Quarantäneorganismen (QO) oder Schadorganismen. Durch das verbesserte Verständnis der Grundlagen von Phytopathogenen und der ihnen zur Verfügung stehenden Mechanismen, die zum Schadbild an Obst und Gemüse führen, können zur Bekämpfung neue Methoden erarbeitet werden sowie Substanzen spezifisch ausgewählt werden.

- **Projekt „Grundlagen und molekulare Methoden für die Resistenzzüchtung am Modell Apfelbaum“**

Die Innovation bei der Erarbeitung von Grundlagen und molekularen Methoden für die Apfel-Resistenzzüchtung bringt die klassische Züchtung von robusten Apfelsorten einen grossen Schritt weiter, hin zu einem reduzierten Einsatz von Pflanzenschutzmitteln (PSM). In diesem Projekt besteht ein grosses Potential für die Akquisition von Fremdmitteln.

- **Projekt „Angewandte Lösungen für Feuerbrand-Management“**

Innovative praxisnahe Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Bereich der Strategie-Entwicklung. Es werden Erkenntnisse über eine mögliche Bekämpfung des Feuerbrandersregers durch Eisenchelatoren gewonnen. Als Entscheidungshilfen werden den Kantonalen Fachstellen und der Praxis Blüteninfektionsprognosen zur Verfügung gestellt. Zur Überwachung der Entwicklung von Resistenzen des Erregers gegenüber Streptomycin wird ein risikobasiertes Monitoring durchgeführt.

- **Projekt „Diagnostik und Monitoring“ (Prozess im Rahmen Vollzugsaufgaben)**

Zur Früherkennung von Quarantäneorganismen (QO; Pilze und Bakterien bei Obst- und Gemüse) werden im Auftrag des BLW und in enger Vernetzung mit dem Forschungsbereich 12 (Diagnostik und Risikobeurteilung Pflanzenschutz), Diagnostikmethoden angewendet, damit diese QO auf Importmaterial frühzeitig erkannt und nicht eingeschleppt werden. In Schweizer Kulturen wird im Auftrag des Agroscope Pflanzenschutzdienstes (APSD) die Diagnostik bei den Überwachungen (Surveys) hinsichtlich QO sichergestellt.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Die globalisierte Wirtschaft hat auch den Sektor der Landwirtschaftlichen Produkte erreicht. Tonnen von Früchten und Gemüse und Tausende von Pflanzen werden täglich in die Schweiz importiert. Ohne eine effiziente und strenge phytosanitäre Kontrolle der Waren können neue Pathogene oder Schädlinge eingeschleppt werden.

Pflanzenpathogene Pilze und Bakterien, darunter Quarantäneorganismen (z.B. *Erwinia amylovora*, *Monilinia fructicola*, *Clavibacter michiganensis*) verursachen grosse Schäden an den Wirtspflanzen und bedrohen den Schweizer Obst- und Gemüsebau. Effiziente, moderne und nachhaltige Bekämpfungsstrategien von Quarantäne- und Schlüsselkrankheiten zielen auf deren Früherkennung und die Minimierung des Risikos einer Einschleppung resp. einer Ausbreitung im Landesinnern ab. Eine eindeutige Identifikation beim Import von sensiblen Material (z.B. Früchte, Wirtspflanzen), oder aus

Feldproben, ist für ein umgehendes Handeln an der Grenze, respektive für eine Bekämpfung beim Auftreten in den Kulturen, zwingend.

Information über die Biologie und Epidemiologie des Organismus, und deren Wechselwirkungen mit den Kulturpflanzen und natürlichen Gegenspielern sind selten vorhanden. Umfassende Untersuchungen betreffend Genetik, Genomik und Epidemiologie sind daher notwendig und Voraussetzung für eine zukünftige innovative und ökologische Bekämpfung.

Ein wichtiger Baustein für die Bekämpfung (Management) eines Pathogens ist der Anbau von robusten/resistenten Sorten. Die natürliche Resistenz, welche im Genpool einer Spezies (z.B. *Malus*) vorhanden ist, kann im Verständnis ihrer Genetik, lokalisiert und bei der Züchtung von neuer Sorten eingebaut werden. Neben klassischer Züchtung werden hier in naher Zukunft auch eine breite Palette von gentechnischen Methoden (z.B. early flowering, cis-genetik) zur Verfügung stehen. Für die Wahl der in der Züchtung zu verwendenden Resistenzgene müssen Informationen über die Existenz, Verbreitung und genetische Diversität von virulenten Pathogen-Stämmen zur Verfügung stehen.

Bei der direkten Bekämpfung des Feuerbranderregers ist das Antibiotikum Streptomycin das zur Zeit wirksamste Präparat. Erfahrungen in Amerika und in anderen Ländern haben gezeigt, dass sich bei einer mehrjährigen unkontrollierte Anwendung des Produkts Streptomycin-resistente Stämme von *E. amylovora* bilden können. In wichtigen Kernobstanbaugebieten der Welt wird daher nach praxistauglichen Alternativen geforscht. Die Eindämmung des Feuerbrandes und das „Leben mit dem Feuerbrand“ beruht in der Schweiz auf einer breiten Palette flankierender Massnahmen.

2.2 Ziele

Das Tätigkeitsfeld „Integrierte Strategien gegen Pilze und Bakterien im Obst- und Gemüsebau“ ist in vier Projekte unterteilt.

Projekt „Grundlagen für Entwicklung phytosanitärer Massnahmen (Pilze und Bakterien) bei Kern- und Steinobst und Gemüse“

1. In zwei fachlichen Schwerpunkten werden Grundlagen für die Bekämpfung von Pathogenen (Quarantäneorganismen und Schadorganismen) erarbeitet.

Projekt „Grundlagen und molekulare Methoden für die Resistenzzüchtung am Modell Apfelbaum“

2. Entwicklung molekularer Grundlagen (Genetik, Genomik), die in der klassischen Obstzüchtung genutzt werden können.
3. Agroscope Initiative VINQUEST wird konsolidiert und Partner liefern regelmässig Befallsdaten.
4. FP7 Projekt FruitBreedomics: Arbeitspaket "Erhöhung der Effizienz der Marker unterstützten Selektion" wird koordiniert und die zugesagten Leistungen werden erbracht.
5. Das feuerbrandresistente cisgene Material der ETHZ wird genetisch und phänotypisch im Labor und im Gewächshaus charakterisiert.
6. Produktion und Identifikation der 5. early flowering Generation von Sämlingen mit dem Feuerbrandresistenz-Locus der Apfelsorte „Evereste“, jedoch ohne early flowering Kasette.

Projekt „Angewandte Lösungen für Feuerbrand-Management“

7. Praxisnahe Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zur Strategieentwicklung.
8. Erste Erkenntnisse über eine mögliche Bekämpfung des Feuerbranderregers durch den Einsatz von Eisenchelatoren.
9. Kernobst-Blüteninfektionsprognose für rund 60 Standorte in der Schweiz zeitgerecht erstellt und Beiträge für den Warndienst (Agroscope) verfasst (BLW 444).
10. Streptomycin-Resistenzstatus beim Erreger ist überprüft (Politikberatung; BLW 443)

11. Zeitgerechter Wissenstransfer an Kundengruppen und internationale Forschungsnetzwerke. Publikationen und Vorträge an in- und ausländischen Tagungen.
12. Website www.feuerbrand.ch gepflegt und auf aktuellem Stand.
13. Fachliche Unterstützung bei der Evaluation der Massnahmen im Rahmen der Strategie zur Bekämpfung des Feuerbrands; Lead beim BLW (BLW 160).
14. Mikrobielle Biodiversität des Apfelbaums in Abhängigkeit der Kultivierungsmethode bestimmt (Agroscope Forschungsprogramm „Mikrobielle Biodiversität“).

Projekt „Diagnostik und Monitoring“ (Prozess im Rahmen Vollzugsaufgaben)

15. Diagnostik von Quarantäneorganismen in Feldproben (z. Bsp. *E. amylovora*, *M. fructicola*, *C. michiganensis*) effizient eingesetzt (Factsheet 17/19).
16. Zuverlässige und fristgerechte Importdiagnostik von Quarantäneorganismen ist sicher gestellt (BLW Fachsheet Vollzugsaufgaben 22).
17. EPSP Surveys von Quarantäneorganismen werden unterstützt (Factsheet 17)
18. Wissenschaftliche Unterstützung der Behörden bei der Entwicklung von Bekämpfungsstrategien für Quarantäneorganismen (Factsheet 21).

2.3 Literaturangaben

- Braun-Kiewnick A., Lehmann A., Rezzonico F., Wend C., Smits T.H.M., & Duffy B., 2012. Development of species-, strain- and antibiotic biosynthesis-specific quantitative PCR assays for *Pantoea agglomerans* as tools for biocontrol monitoring. *J Microbiol Meth* 90 (3), 315-320.
- Bühlmann A., Pothier J. F., Fabio Rezzonico, Smits T.H.M., Andreou M., Boonham N., Frey J. E., & Duffy B., 2013. *Erwinia amylovora* loop-mediated isothermal amplification (LAMP) assay for rapid pathogen detection and on-site diagnosis of fire blight. *J. Microbiol. Methods* 92 (3), 332–339.
- Hilber-Bodmer M., Bünter M., & Patocchi A., 2010. First report of brown rot caused by *Monilinia fructicola* on apricot in a Swiss orchard. *Plant Disease* 94 (5), 643.
- Holliger E., Pelludat C., Schoch B. & Bünter M., 2013. Das Feuerbrandjahr 2012. *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau*. 149 (5), 10-13.
- Jänsch M., Frey J. E., Hilber-Bodmer M., Broggini G. A. L., Weger J., Schnabel G. & Patocchi A., 2012. SSR marker analysis of *Monilinia fructicola* from Swiss apricots suggests introduction of the pathogen from neighbouring countries and the United States. *Plant Pathology* 61 (2), 247-254.
- Knorst V., Hilber-Bodmer M. & Patocchi A., 2012. Auftreten von *Monilia polystroma* in einer Schweizer Steinobstanlage. *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau* 148 (13), 14-15.
- Laurens F., Durel C.-E., Patocchi A, Peil A., Salvi S., Tartarini S., Velasco R., & van der Weg E., 2010. Review on apple genetics and breeding programmes and presentation of a new European initiative to increase fruit breeding efficiency. *Journal of Fruit Science* 27, 102-107.
- 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.
- Le Roux P.-M., Flachowsky H., Hanke M.-V., Gessler C. & Patocchi A., 2012. Use of a transgenic early flowering approach in apple (*Malus x domestica* Borkh.) to introgress fire blight resistance from ‘Evereste’. *Molecular Breeding* 30 (2), 857-874.
- 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.
- Rezzonico F., Braun-Kiewnick A., Powney R., Rodoni B., Goesmann A., Duffy B., & Smits T.H.M., 2012. Lipopolysaccharide biosynthesis genes as a distinguishing factor for *Rubus* isolates of *Erwinia*

- amylovora*. Mol Plant Pathol, 13 (8) 975-984.
- Rezzonico F., Smits T.H.M., & Duffy B., 2012. Detection of AI-2 receptors in genomes of Enterobacteriaceae suggests a role of type-2 quorum sensing in closed ecosystems. Sensors 12 (5), 6645-6665.
- Rezzonico F., Smits T.H.M., & Duffy B., 2012. Misidentification slanders *Pantoea agglomerans* as a serial killer. J Hosp Inf, 81 (2) 137-139.
- Vanblaere T., Flachowsky H., Gessler C., & Broggini G.A.L. (2013) Molecular characterization of cisgenic apple lines of the cultivar `Gala` carrying the *HcrVf2* scab resistance gene; Plant Biotechnology Journal, akzeptiert.

2.4 Daten und Methoden

Projekt „Grundlagen für Entwicklung phytosanitärer Massnahmen (Pilze und Bakterien) bei Kern- und Steinobst und Gemüse

Durch regelmässige Überprüfung der aktuellen Literatur, Teilnahme an internationalen Kongressen und Austausch mit Agroscope internen, nationalen und internationalen Kollegen erfolgt eine Früherkennung von Quarantäne- und Schlüsselorganismen, die den Produktionsstandort Schweiz bedrohen können oder die schon grosse Schäden anrichten. Bei der Priorisierung der zu untersuchenden Organismen wird der Eidg. Pflanzenschutzdienst (EPSD) mit einbezogen. Experimente werden durchgeführt um Lücken beim im wissenschaftlichen Kenntnisstand zu schliessen. Diese Erkenntnisse, zusammen mit der praktischen Erfahrung, werden in eine Bekämpfungsstrategie integriert.

Projekt „Grundlagen und molekulare Methoden für die Resistenzzüchtung am Modell Apfelbaum“

Neue Selektionsstrategien werden evaluiert, bessere molekulare Marker für bekannte Resistenzquellen gesucht, neue Resistenzen kartiert und molekulare Marker für MAS (marker assisted selection, markerunterstützte Selektion) identifiziert. Resistenzmechanismen werden untersucht und Methoden, die die Züchtung von resistenten Sorten beschleunigen, evaluiert (z.B. Blühverfrühung). Die VINQUEST Partner liefern regelmässig Befallsdaten, die via www.vinquest.ch veröffentlicht werden. Um die Erweiterung des Netzwerkes zu erleichtern, werden zertifizierte in vitro Kulturen der Fungpflanzen hergestellt/kultiviert und an neue Partner ausserhalb Europas geschickt. Das FruitBreedomics Arbeitspaket "Erhöhung der Effizienz der markerunterstützten Selektion" wird koordiniert und die zugesagten Leistungen werden erbracht. Das feuerbrandresistente cisgene Material der ETHZ wird genetisch und phänotypisch im Labor und im Gewächshaus charakterisiert (MTA ETHZ mit ACW). Sofern die gewünschten Eigenschaften des ETHZ Materials bestätigt werden können (Feuerbrandresistenz und cisgen) wird ein Drittmittelprojekt angestrebt.

Projekt „Angewandte Lösungen für Feuerbrand-Management“

Die Kernobst-Blüteninfektionsprognose für die Schweiz wird durch das Maryblyt Programm errechnet und das Infektionsrisiko wird benutzerfreundlich unter www.feuerbrand.ch veröffentlicht. Die für das Programm benötigten Klimadaten (Temperatur, Feuchtigkeit) werden an 60 Standorten ermittelt (Schnittstelle zur etablierten IT-Plattform Agrometeo; TF14.13.4_1). Ein Informatikprojekt soll den täglichen Arbeitsaufwand reduzieren.

Der Streptomycin-Resistenzstatus des Feuerbanderregers wird durch die Untersuchungen von symptomatischen Zweigen aus Streptomycin-behandelten Apfelanlagen untersucht. Dabei wird der Erreger aus dem Holz isoliert und auf entsprechenden Nährplatten zur Untersuchung kultiviert (Durchführung setzt hunderte von Symptomen voraus).

Erste Erkenntnisse über die Wirkung von Eisenchelatoren auf den Feuerbanderreger werden zunächst unter *in vitro* Bedingungen im S2-Labor untersucht.

Praxisnahe Forschungs- und Entwicklungsarbeiten bei der Bekämpfung des Feuerbrandes werden im Quarantänehaus und auf einer Versuchsparzelle mit Genehmigung für die künstliche Feuerbrand-Inokulationen durchgeführt. So werden neue Wirkstoffe (oder Antagonisten) auf ihre Wirkung gegen den Feuerbrand hin untersucht. Publikationen, Vorträge an Tagungen, die Führung der Website www.feuerbrand.ch und die Vollzugsunterstützung ermöglichen den Wissenstransfer an Kundengruppen sowie internationale Forschungsnetzwerke und unterstützen die Basisleistungen im Rahmen der Gesamtstrategie gegen den Feuerbrand.

Projekt „Diagnostik und Monitoring“

Die klassischen oder molekularen Methoden (EPPO) für die Diagnostik von Quarantäneorganismen werden angewandt, um Feld- und Importproben zu untersuchen. In Zusammenarbeit mit den EPSP werden die gleichen Methoden für die Durchführung von Surveys eingesetzt. Surveys sollten ein Jahr zum Voraus bekannt sein, damit die notwendigen Arbeiten seriös eingeplant werden können (Schnittstelle zum Forschungsbereich Diagnostik und Risikobeurteilung Pflanzenschutz).

Bei Importproben oder in Schweizer Kulturen erfolgt eine systematische Aufstockung wissenschaftlicher Erkenntnisse und praktischer Erfahrungen, die nach Einigung mit dem EPSP zur Bekämpfung dieser Organismen eingesetzt werden können.

Methoden, die bei diesen Vorgehen Verwendung finden, sind unter folgendem Link gelistet (Methodenliste Holliger, Patocchi, Duffy): Q:\2_Recherche\04_AP-PA\AP2012-13\05_Methodenlisten

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

Die Forschungsergebnisse werden in wissenschaftlichen Publikationen, Fachzeitschriften und an nationalen und internationalen Tagungen veröffentlicht. Wissenstransfer der Ergebnisse der VINQUEST-Initiative unter www.vinquest.ch, der Züchtungsarbeiten im EU-Fremdmittelprojekt FruitBreedomics unter www.fruitbreedomics.com und Information zum Thema „Feuerbrand“ unter www.feuerbrand.ch.

3.2 Kunden

Dank diesem Tätigkeitsfeld und den daraus resultierenden Ergebnissen profitieren „interne“ und „externe“ Kunden gleichermaßen.

Interne Kunden

BLW (Vollzugsaufgaben und Politikberatung), FG Agroscope Pflanzenschutzdienst (12.4) und die FG Züchtung und Genressourcen Obst (13.3), mit welcher wir gemeinsam die Grundlagen für die Züchtung von robusten Apfelsorten erarbeiten. Mit der Einflussnahme bei der Priorisierung der zu bearbeitenden Pathogene im Projekt „Grundlagen für Entwicklung phytosanitärer Massnahmen (Pilze und Bakterien) bei Kern- und Steinobst und Gemüse“ können die Forschungsgruppen Extension Obstbau (13.4.) und Gemüsebau (13.5) von der F&E im TF 13.1 profitieren.

Die „**externen**“ **Kunden** sind primär die kantonalen Fachstellen für Obstbau, Gemüsebau und Pflanzenschutz, die Obst- und Gemüsebranche und die nationalen und internationalen Kooperationspartner. Die Bevölkerung profitiert von einer intakteren Umwelt, welche mit weniger Pflanzenschutzmitteln in Kontakt kommt. Die Medien (Presse, Radio) stellen besonders beim Thema/Projekt Feuer-

brand eine wichtige Kundengruppe dar; auch im Sinne des Wissenstransfers. Die Bevölkerung als finaler Nutzniesser aller Leistungen dieses Tätigkeitsfeldes.

3.3 Nutzen

Interne Kunden

Alle geplanten Forschungsaktivitäten in diesem Tätigkeitsfeld basieren auf Vollzugsaufgaben/ Vollzugsunterstützung respektive auf BLW Anliegen (siehe Punkt 9.2). Das BLW wird beim Vollzug (Factsheets 17, 18, 19, 21, 22, 23 und 24) fachlich unterstützt; die Schnittstelle bildet der APSD. Dem BLW werden so wissenschaftlich fundierte Entscheidungshilfen zur Verfügung gestellt. In Absprache mit dem BLW und der Fachgruppe APSD werden, risikobasiert, Importe und Feldproben auf Quarantäneorganismen (Pilze und Bakterien) untersucht. Die erarbeiteten genetischen Grundlagen beim Apfel werden im Züchtungsprogramm der FG13.3 angewandt.

Externe Kunden

Den Kantonalen Fachstellen für Obstbau und Pflanzenschutz und die Produzenten von Kernobst werden, basierend auf Klimadaten von agrometeorologischen Kleinwetterstationen, tagesaktuelle Blüteninfektionsprognosen zu Verfügung gestellt, damit der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln gezielter und reduziert erfolgen kann.

Dank VINQUEST profitiert die Apfelzüchtungsgemeinschaft von aktualisierten Informationen über Präsenz und geographische Ausbreitung von Stämmen von Schorf, die spezifische Resistenzgene durchgebrochen haben.

Die nationale und internationale Forschungsgemeinschaft profitiert von den Resultaten des TF; welche in nationalen und internationalen Zeitschriften und Tagungen präsentiert werden.

Den Medien (Presse, Radio) werden via www.feuerbrand.ch relevante Informationen zur Verfügung gestellt (z.B. aktuelle Befallssituation in der Schweiz, Verhaltensanweisungen bei Verdachtsfällen). Für die Bevölkerung stellt dieses Portal eine wertvolle Informationsplattform dar, welches sehr gerne auch von Partnerinstituten im Ausland genutzt wird.

Die Bevölkerung kann an allen Leistungen dieses Tätigkeitsfeldes partizipieren, da alle Beiträge als Oberziel die Entwicklung einer nachhaltigen und umweltbewussten Produktion von Schweizer Obst und Gemüse von exzellenter Qualität haben.

3.4 Impact

Durch das bessere Verständnis der Grundlagen für die Entwicklung phytosanitärer Massnahmen (Pilze und Bakterien) bei Obst und Gemüse können Managementstrategien für die Praxis erarbeitet und optimiert werden. Der Miteinbezug von flankierenden Massnahmen führt zu einem reduzierten Einsatz von Pflanzenschutzmitteln.

Mit der Entwicklung von molekularen Grundlagen für die Apfelzüchtung und der Anwendung der Tools im Apfelzüchtungsprogramm der Agroscope können robuste Sorten schneller auf den Markt kommen. Robuste Sorten ermöglichen einen geringeren Einsatz an Pflanzenschutzmitteln; die Produktion wird ökologischer und ökonomischer; zu Gunsten von Produzenten, Umwelt und Konsumenten. Aus den Erkenntnissen am Modell Apfelbaum können wertvolle Erkenntnisse über den Einsatz und die Akzeptanz der neuesten Methoden in der Züchtung gewonnen werden.

Die Obstbranche setzt bei der direkten Bekämpfung des Feuerbrandes vermehrt Alternativen zum Antibiotikum Streptomycin ein. Durch das Vertrauen in die Blüteninfektionsprognose wird der Einsatz von Streptomycin auf das absolut notwendig Mass reduziert.

Die Einschleppung von Quarantäneorganismen in die Schweiz wird erschwert. Die Importeure achten bei der eingeführten Ware auf deren Qualität und verpflichten die ausländischen Zulieferer zur eige-

nen Qualitätskontrolle. Die Branche verwendet vermehrt gesundes Saat- und Pflanzgut, damit der Grundstein für eine nachhaltige Produktion von Obst- und Gemüse gelegt werden kann.



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.13.2.1

Nachhaltige Regulierung von Schädlingen im Obst- und Gemüsebau

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Grundlagen für die Prognose, Überwachung und nachhaltige Regulierung von Schädlingen im Obst- und Freilandgemüsebau
Titel Originalsprache kurz	Nachhaltige Regulierung von Schädlingen im Obst- und Gemüsebau
Titel englisch	Forecasting, monitoring and sustainable control of pest insects in orchard fruit and field vegetable production systems
Title english short	IPM in orchard fruit and field vegetable production systems
Titel französisch	Lutte intégrée et biologique contre les ravageurs en arboriculture et cultures maraîchères
Titel französisch kurz	Lutte durable contre les ravageurs en arboriculture et cultures maraîchères
LeiterIn Tätigkeitsfeld	N.N
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Sebastian Kiewnick
Keywords	Integrated pest management, decision support system, forecasting, monitoring, modelling, climate change, phenology, IPM
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	11.2 Pflanzenproduktionsmethoden, Pflanzenschutz

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Die hohen Ansprüche an die Qualität von Obst und Gemüse führen zu einer besonders geringen Toleranz für Beeinträchtigungen durch Schädlinge. Deshalb muss deren wirkungsvolle und umweltschonende Regulierung auch in Zukunft garantiert sein, selbst unter dem Einfluss des Klimawandels und beim Auftreten neuer invasiver Arten. Als Grundlage für die Überwachung und für neue Integrierte Bekämpfungsstrategien liefert das Tätigkeitsfeld Kenntnisse über die Biologie von Schädlingen (Insekten, Milben) und Nützlingen in den Agrarökosystemen des Obstbaus und des Freilandgemüsebaus.

Es stellt Phänologiemodelle und Entscheidungshilfesysteme (Decision support systems DSS) für die Praxis und für die vorausschauende Beurteilung von Folgen des Klimawandels bereit, entwickelt biologische und biotechnische Pflanzenschutzmassnahmen und stellt die Diagnostik von Quarantäneschädlingen sicher. Dies Arbeiten leisten signifikante Beiträge zu den thematischen Schwerpunkten „Ökologische Intensivierung“ sowie „Klimaschutz und Anpassung an Klimawandel“. Die Leistungen erfolgen schwerpunktmässig im Bereich des Kernthemas „Verbesserung der Pflanzenproduktion, insbesondere unter Einbezug von Pflanzenschutz, Sorten und Saat- und Pflanzgut“. In diesem Projekt werden Leistungen bei der Diagnostik von Quarantäneschädlingen zur Verfügung gestellt (in Zusammenarbeit mit FB 12 Diagnostik und Risikobeurteilung Pflanzenschutz) und wissenschaftliche Unterstützung für die kantonalen Fachstellen geboten.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Schädlingsbefall kann in der modernen Obstproduktion grosse ökonomische Ausfällen bewirken, weil selbst geringe Schäden an Früchten zu nicht tolerierten Qualitätseinbussen oder verminderter Lagerfähigkeit führen. Auch im Gemüsebau ist die Toleranz für Schädlingsbefall minimal, weil an den Erntegütern weder sichtbare Zeichen von Schäden noch die Anwesenheit von Schädlingen (Bsp. Blattläuse auf Salaten) toleriert wird. In Obstanlagen, mehrjährigen Agrarökosystemen mit vergleichsweise geringen Störungen, sollen im Rahmen einer Integrierten oder Biologischen Produktion bei der Schädlingsbekämpfung präventive Massnahmen und natürliche Regulationsmechanismen vorrangig genutzt werden. Dagegen steht im praktischen Gemüsebau mit stark gestörten Agrarökosystemen und Kulturen mit kurzer Standzeit heute der direkte Pflanzenschutz mit chemischen und biologischen Wirkstoffen im Vordergrund. Eine Verbesserung der Kenntnisse über die Biologie und Populationsdynamik der Schädlinge ist Voraussetzung dafür, dass auch im Gemüsebau ökoeffizientere Methoden gegen Schädlingsbefall entwickelt und eingesetzt werden können. Dabei ist den kleinräumigen Strukturen und der oft starken Verzahnung zwischen Gemüse- und Ackerbau besondere Beachtung zu schenken. In der Praxis umsetzbare und rentable, auf dem Konzept „Integrated Pest Management“ (IPM) beruhende Anbausysteme müssen im Gemüsebau erst noch entwickelt werden.

Sowohl für den Obst- als auch für den Gemüsebau sind fristgerechte und zuverlässige Informationen über potenzielle Befallsrisiken für die Entscheidungsfindung im Pflanzenschutz essenziell, weshalb die verwendeten Prognose- und Überwachungswerkzeuge auf Grundlage der Biologie der betreffenden Schadorganismen ausgebaut und kontinuierlich weiterentwickelt werden müssen. Dazu gehören unter anderem Erkenntnisse zu Lebenszyklen und zur zeitlichen Dynamik des Schädlingsauftretens, zur Dispersion und Habitatwahl, zu natürlichen Gegenspielern und zum Einfluss von Bewirtschaftungsmassnahmen auf diese Faktoren. Dieses Tätigkeitsfeld liefert Grundlagen für die Prognose, Überwachung und umweltschonende Bekämpfung von Schädlingen. Das etablierte Prognosesystem SOPRA garantiert hierbei die Verfügbarkeit der Prognosen und Empfehlungen in der obstbaulichen Praxis und bietet die Möglichkeit für eine kontinuierliche Weiterentwicklung der Prognosen.

Durch die als Fakt anerkannte Klimaänderung ergeben sich modifizierte Lebenszyklen vorhandener Schädlinge oder invasiver Arten und damit potenziell massive Änderungen in deren Schadenspotenzial. Es wird deshalb wichtig sein, dass unter Einbindung der klimatischen Szenarien zukünftige Probleme frühzeitig identifiziert, bewertet und, falls nötig, entsprechende Massnahmen zur Erhaltung der Nachhaltigkeit im Pflanzenschutz eingeleitet werden.

Ein optimales Timing von Pflanzenschutzmassnahmen vermeidet unnötige PSM-Applikationen, reduziert das Risiko von Resistenzen sowie das Auftreten von Pflanzenschutzmittelrückständen auf Nahrungsmitteln. Gleichzeitig werden Ressourcen eingespart und die Konkurrenzfähigkeit der Schweizer Spezialkulturen erhöht. Das Tätigkeitsfeld soll Grundlagen für diese Verbesserungen liefern.

2.2 Ziele

Grundlagen zur Biologie von Schädlingen

1. Für Schlüsselschädlinge im Obst- und Freilandgemüsebau werden Grundlagen zur Biologie sowie zur Populations- und Dispersionsdynamik erarbeitet als Basis für Integrierte Bekämpfungsstrategien.

Weiterentwicklung von Prognose- und Decision Support Systemen sowie Monitoring-Tools

2. SOPRA als Prognose und Decision-Support Tool bietet den Nutzern aus Praxis und Beratung mit hoher Zuverlässigkeit Prognosen über das Auftreten von Schädlingen und umfassende Informationen zu deren Überwachung und zu möglichen Bekämpfungsstrategien als Entscheidungshilfe für Pflanzenschutzmassnahmen.
3. Die Schlüsselschädlinge im Schweizer Obstbau sind in SOPRA erfasst, ihre Entwicklung modelliert und Auftreten sowie empfohlene Massnahmen sind auf der Internetplattform von SOPRA dargestellt.
4. Lücken bei der Überwachung von Schädlingen im Obst- und Gemüsebau werden erkannt und bearbeitet.
5. Das durch Fremdmittel finanzierte Projekt zur Qualität der im Obst- und Gemüsebau eingesetzten Leimfallen des Typs REBELL wird erfolgreich abgeschlossen.

Quarantäneorganismen

6. Die morphologische Diagnostik von Quarantäneorganismen (QO) im Rahmen der gesetzlichen Aufgaben wird in enger Absprache mit dem Agroscope Pflanzenschutzdienst/EPSP sichergestellt und Vollzugsaufgaben in Zusammenhang mit invasiven Arten werden unterstützt (Vorbeugung und Bekämpfung der QO geregelt durch Pflanzenschutzverordnung PSV SR916.20).

Risiken Klimawandel

7. Wissenschaftliche Grundlagen zur Biologie invasiver Arten werden nach Bedarf erarbeitet, insbesondere im Hinblick auf die Einschätzung ihres Gefahrenpotenzials, das sich durch den Klimawandel ergeben wird.
8. Klimaänderungs-Szenarien werden bezüglich ihrer Auswirkungen auf die Phänologie von Schadorganismen analysiert und Massnahmen zur Erhaltung der Nachhaltigkeit im Pflanzenschutz abgeleitet.
9. Politik und Amtsstellen werden bei der Formulierung von Massnahmen im Hinblick auf den Klimawandel aus Sicht des zoologischen Pflanzenschutzes unterstützt.

2.3 Literaturangaben

- Addo-Bediako A., Chown S.L., Gaston K.J., 2000. Thermal tolerance, climatic variability and latitude. Proc. R. Soc. Lond. B 267, 739-745.
- Aluja M., Guillén L., Höhn H., Graf B., Samietz J., 2011. Is the alpine divide becoming more permeable to biological invasions? - Insights on the invasion and establishment of the Walnut Husk Fly, *Rhagoletis completa* (Diptera: Tephritidae) in Switzerland. Bull. Ent. Res. 101 (4), 451-465.
- Baur R., Sauer C., Krauss J., Keller M. 2009. Carrot fly (*Psila rosae*) control in Switzerland – current strategies and prospective developments. EPPO Bulletin 39(2), 134-137.
- Bradshaw W.E., Holzapfel C.M., 2001. Genetic shift in photoperiodic response correlated with global warming. PNAS 98, 14509-14511.
- Hillbur Y, Celander M, Baur R, Rauscher S, Haftmann J, Franke S, Francke W., 2005. Identification of the sex pheromone of the swede midge, *Contarinia nasturtii*. J. Chem. Ecol. 31(8), 1807-1828.
- Samietz J, Baur R, Hillbur Y. 2012. Potential of synthetic sex pheromone blend for mating disruption of the swede midge, *Contarinia nasturtii*. J Chem Ecol. 38(9), 1171-1177.
- Samietz J., Graf B., Höhn H., Schaub L., Höpli U., 2007. Phenology modelling of major insect pests in fruit orchards. EPPO Bulletin 37, 255-260.

Samietz J., Salser M.A., Dingle H. 2005. Altitudinal variation in behavioral thermoregulation. *J. Evol. Biol.* 18(4), 1087-1096.

Sauer-Kesper C., Lucia N., Buser H., Vogler U. 2011. Bedeutung und Verbreitung des neuen Biotyps-Nr:1 der Grünen Salatlaus in der Deutschschweiz. *Agrarforschung Schweiz* 2(10), 462-469.

Walther G.-R. et al.: 2002. Ecological responses to recent climate change. *Nature* 416, 389-395.

www.agrometeo.ch;

CIPRA: www.res2.agr.ca;

ISIP: www.isip.de;

SOPRA: www.sopra.info

2.4 Daten und Methoden

abgestützt auf folgende Referenzen:

Methodenbezeichnung (Kurzbezeichnung)	Methodenbeschreibung (Quellenangabe)
Phenology modelling of insect populations with time-varying distributed delays	<p>Manetsch TJ (1976) Time-varying distributed delays and their use in aggregative models of large systems. <i>IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics</i> 6: 547–553</p> <p>Abkin, M. H. & Wolf, C. (1976). Distributed delay routines. Dept. Agric. Econom., Michigan State Univ., East Lansing, Class Document 8, 1-13</p> <p>Severini M, Baumgärtner J & Ricci M (1990) Theory and practice of parameter estimation of distributed delay models for insect and plant phenologies. <i>Meteorology and Environmental Sciences</i> (ed. by R Guzzi, A Navarra & J Shukla), pp. 676–719. World Scientific Publishing, Singapore</p>
Establishment of rate functions for temperature-dependent insect development, mortality and reproduction and regarding validation procedures	<p>Graf, B.; Höpli, H.U.; Höhn, H. & Samietz, J. (2006). Temperature effects on egg development of the Rosy Apple Aphid and forecasting of egg hatch. <i>Entomologia Experimentalis et Applicata</i>, 119, 207-211</p> <p>Graf, B.; Höhn, H. & Höpli, H. U. (2001 a). The apple sawfly, <i>Hoplocampa testudinea</i>: Temperature effects on adult life-span and reproduction. <i>Entomologia Experimentalis et Applicata</i>, 98, 377-380</p>
Quantification of habitat influence on insect phenology	<p>Graf, B.; Höhn, H. & Höpli, H. U. (2001). Improving the prediction of adult codling moth (<i>Cydia pomonella</i> L.) emergence in a natural environment. <i>IOBC/wprs Bulletin</i>, 24, 127-132</p> <p>Kührt, U., Samietz, J., Dorn, S. (2006): Effect of plant architecture and hail nets on temperature of codling moth habitats in apple orchards. <i>Entomologia Experimentalis et Applicata</i> 118: 245-259</p> <p>Kührt, U., Samietz, J., Höhn, H., Dorn, S. (2006): Modelling the phenology of codling moth: influence of habitat and thermoregulation. <i>Agriculture, Ecosystems and Environment</i> 117: 29–38</p>
Establishing decision support systems for pest management	<p>Samietz J., Graf B., Höhn H., Schaub L., Höpli H., Razavi E. (2011). Web-Based Decision Support for Sustainable Pest Management in Fruit Orchards: Development of the Swiss System SOPRA. In: Chiang Jao (Ed.) <i>Efficient Decision Support Systems - Practice and Challenges From Current to Future</i> (ISBN: 978-953-307-326-2), InTech, Rijeka:</p>

	373-388 Samietz, J., Graf, B., Höhn, H., Schaub, L., Höpli, H.U. (2007) Phenology modelling of major insect pests in fruit orchards from biological basics to decision support: the forecasting tool SOPRA. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 37: 255–260
Thermography of living insects in situ for estimating body temperatures	Kroder, S., Samietz, J., Stabentheiner, A., Dorn, S. (2008): Body temperature of the parasitic wasp <i>Pimpla turionellae</i> (L.) (Hymenoptera) during host location by vibrational sounding. <i>Physiological Entomology</i> 33: 17-24
Downscaling future climate forecasts to temporal scale of insect development (hourly weather generator)	Hirschi, M., Stoeckli, S., Dubrovsky, M., Spirig, C., Calanca, P., Rotach, M. W., Fischer, A. M., Duffy, B., and Samietz, J. ,(2011) Downscaling climate change scenarios for apple pest and disease modeling in Switzerland, <i>Earth Syst. Dynam. Discuss.</i> , 2, 493-529
Quantification of insect thermoregulation and thermal orientation	Kührt, U., Samietz, J., Dorn, S. (2005): Thermoregulation behaviour in codling moth larvae. <i>Physiological Entomology</i> 30: 54–61 Samietz, J., Salser, M.A., Dingle, H. (2005): Altitudinal variation in behavioral thermoregulation: local adaptation vs. plasticity in California grasshoppers. <i>Journal of Evolutionary Biology</i> 18: 1087–1096 Hausmann, C., Samietz, J., Dorn, S. (2005): Thermal orientation of <i>Anthonomus pomorum</i> (Coleoptera: Curculionidae) in early spring. <i>Physiological Entomology</i> 30: 48–53

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

Die Forschungsergebnisse werden in wissenschaftlichen Publikationen, Fachzeitschriften und an nationalen und internationalen Tagungen veröffentlicht. Die Projektzusammenarbeit mit den beider Forschungsgruppen Extension Obstbau und Extension Gemüsebau stellt sicher, dass Erkenntnisse, welche für die Leistungsbezüger aus der Praxis relevant sind, entsprechend aufbereitet und verbreitet werden.

Resultate, welche der Verbesserung der Prognose und Überwachung von Schädlingen dienen, werden auch direkt in SOPRA oder AGROMETEO implementiert und erzielen so Wirkung bei den Nutzern dieser Internet-basierten Entscheidungshilfen für einen nachhaltigen Pflanzenschutz.

3.2 Kunden

Dieses Tätigkeitsfeld liefert Ergebnisse und Erkenntnisse für interne und externe Kunden.

Interne Kunden

Als Hauptkunden für die erarbeiteten Erkenntnisse gelten das BLW (Vollzugsaufgaben und Politikberatung), EPSD, sowie die Agroscope Forschungsgruppen Extension Obstbau und Extension Gemüsebau.

sebau, und die Gruppe Agroscope Pflanzenschutzdienst. Mit der Gruppe Molekulare Diagnostik und Epidemiologie besteht eine enge Zusammenarbeit mit Nutzen für beide Tätigkeitsfelder. Im Weiteren profitieren die Forschungsgruppen Entomologie Acker und Weinbau zusammen mit der Gruppe Beeren und Medizinalpflanzen.

Externe Kunden

Externe Kunden sind Kantonale Fachstellen für Obstbau, Gemüsebau und Pflanzenschutz, die Obst- und Gemüsebranche und die nationalen und internationalen Kooperationspartner. Die Obst- und Gemüseproduzenten profitieren von der präziseren Beratung der kantonalen Fachstellen.

3.3 Nutzen

BLW: Erkenntnisse im Bereich Klimaänderung und Nachhaltigkeit im Pflanzenschutz dienen als Basis für die Politikberatung

BLW, weitere Amststellen und interne Forschungsgruppen: Die Informationen zum Auftreten und zur Biologie von neuen, invasiven Arten oder Quarantäneorganismen, die Produktionssysteme gefährden können sind Grundlagen für die Entscheidungsträger hinsichtlich allfälliger phytosanitärer Massnahmen. Die Arbeiten zu invasiven Arten und Quarantäneorganismen unterstützen das BLW im Rahmen der Vollzugsaufgaben wie auch eine präzise und fristgerechte Diagnostik für Import - Kontrollen unter Einbezug der Entwicklung neuer Diagnostikmethoden.

Kantonale Fachstellen: Entscheidungshilfen (Prognosemodelle) ermöglichen eine zuverlässigere Abschätzung des aktuellen Befallspotenzials und damit eine verbesserte Beratung über den optimalen Einsatz von Pflanzenschutzmassnahmen.

Obst- und Gemüseproduzenten: erhalten direkt oder via kantonale Beratung bessere Informationen zu den Risiken von Schädlingsbefall in ihren Kulturen. Sie können damit einerseits die notwendigen Befallskontrollen effizienter vornehmen und damit auch die Wirkung von präventiven Massnahmen besser beurteilen und andererseits direkte Pflanzenschutzmassnahmen zielgerichteter und damit wirkungsvoller einsetzen.

Gesellschaft: Mehr Nachhaltigkeit im Pflanzenschutz und eine Reduktion des chemischen Pflanzenschutzes kann nicht alleine auf der weiteren Einschränkung der Verfügbarkeit des chemischen Pflanzenschutzes beruhen, sondern braucht als Ergänzung die bessere Verfügbarkeit von Alternativen. Das TF leistet einen Beitrag zu solchen Alternativen.

3.4 Impact

Durch die Arbeiten und Erkenntnisse dieses TF werden effektiv weniger Pflanzenschutzmittel eingesetzt, indem deren Wirkung durch die zeitliche Optimierung des Einsatzes erhöht wird. Das Agrarökosystem Obstanlage eignet sich besonders gut, um die IPM weiter zu entwickeln in Richtung Low-Input System. Das TF liefert wichtige Grundlagen für diese Weiterentwicklung. Im Freilandgemüsebau besteht enorm viel Potenzial, um das Ausmass des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln zu reduzieren. Dies kann aber nur gelingen, wenn alternative Methoden der Schädlingsregulierung die Ertragsicherheit und die Qualität der Produkte nicht gefährden und wenn die Verteuerung der Produkte durch den Mehraufwand nur in einem von Markt akzeptierten Ausmass liegt – eine enorme Herausforderung, zu der das TF einen Beitrag leisten kann. Eine Ökologisierung des Pflanzenschutzes im Gemüsebau wäre ein wichtiger Beitrag zur Qualitätsstrategie, so wie sie für Schweizer Produkte definiert ist, weil zum Beispiel weniger chemische Rückstände auf den Erntegütern zu finden wären.

Die Publikation von Forschungserkenntnissen dient der nationalen und internationalen Beachtung, dem Einsatz von entwickelten Methoden und Verfahren in anderen Ländern und erhöht die Chancen auf Beteiligungen an Forschungsprojekten.



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.13.2.2

Diagnostik und integrierte Bekämpfung von pflanzenparasitären Nematoden

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Diagnostik und Grundlagen für die integrierte Bekämpfung von pflanzenparasitären Nematoden in allen landwirtschaftlichen Kulturen
Titel Originalsprache kurz	Diagnostik und integrierte Bekämpfung von pflanzenparasitären Nematoden
Titre français	Nématodes parasites des plantes (toutes les cultures agricoles): diagnostic et fondements de la lutte intégrée
Titre français court	Nématodes parasites des plantes: diagnostic et lutte intégrée
Titel englisch	Diagnostics and basic research in support of integrated control of plant parasitic nematodes in agricultural production systems
Title english short	Diagnostics and integrated control of plant parasitic nematodes
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Sebastian Kiewnick
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	N.N
Keywords	Plant parasitic nematodes, prevention, diagnostics, biological control, resistance, barcoding
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	11.2 Pflanzenproduktionsmethoden, Pflanzenschutz

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Pflanzenparasitäre Nematoden verursachen Schäden in allen landwirtschaftlichen Kulturen und stellen damit eine besondere Herausforderung für den integrierten Pflanzenschutz dar. Durch ihr breites Wirtspflanzenspektrum, hohe Vermehrungsraten und die Eigenschaft über mehrere Jahre im Boden überdauern zu können ist eine direkte Bekämpfung oft schwierig. Besonders durch den Wegfall chemisch synthetischer Wirkstoffe stehen den Produzenten in der Schweiz nur noch wenige Massnahmen zum Schutz landwirtschaftlicher Kulturen zur Verfügung. Dieses Tätigkeitsfeld entwickelt daher eine auf aktuellen Methoden (morphologisch und molekularbiologisch) basierende Diagnostik und neue Verfahren und Strategien zum integrierten Management von pflanzenparasitären Nematoden.

Basierend auf einer effizienten Diagnostik können für betroffene Produzenten Empfehlungen erarbeitet und bei neu auftretenden Arten Bekämpfungsstrategien entwickelt werden, um Ertrags- und Qualitätsverluste durch pflanzenparasitäre Nematoden zu minimieren. Zur Erreichung dieser Ziele werden auch physikalische, chemische und biologische Verfahren in praxisnahen Versuchen getestet und geeignete Verfahren in neue Strategien integriert. Molekulare Methoden, wie z.B. Barcoding, werden verstärkt in der Diagnostik von Quarantänenematoden, deren nah verwandten Arten sowie bei den für die Schweizer Landwirtschaft wichtigsten Arten eingesetzt. Die Entwicklung und Validierung neuer molekularer Methoden wird in Kooperation mit dem FB 12 „Diagnostik und Risikobeurteilung Pflanzenschutz“, in gemeinsamen Projekten durchgeführt. Dieses Tätigkeitsfeld beinhaltet auch die nematologischen Analysen von Boden- und Pflanzenproben bei Import- und Exportkontrollen, bei der Zertifizierung von Flächen bei Obstbaum- und Rebschulen sowie in der Pflanzkartoffelproduktion. Dies geschieht im Rahmen der gesetzlichen Aufgaben und Politikberatung. Des Weiteren werden als Vollzugshilfe kantonale Pflanzenschutzberater bei nematologischen Fragestellungen im Bereich der Diagnostik, Durchführung von Managementstrategien und Surveys zu Quarantänenematoden unterstützt. In diesem Projekt werden integrierte Ansätze zum Management von pflanzenparasitären Nematoden in verschiedensten Kulturen entwickelt. Die Schwerpunkte liegen hierbei bei der Prävention, alternativen Bekämpfungsverfahren und dem Einsatz von Pflanzenresistenz oder Nematodentoleranz für konventionell und biologisch wirtschaftende Betriebe.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Pflanzenparasitäre Nematoden verursachen vielfältige Schäden an Kulturpflanzen, die zu Ertrags- und Qualitätsverlusten führen. Durch ihr hohes Vermehrungspotential, ein grosses Wirtspflanzenspektrum und den Wegfall chemisch synthetischer Nematizide ist eine Bekämpfung kaum möglich. Besonders im intensiven Gemüseanbau treten durch den häufigen Anbau anfälliger Kulturen in letzter Zeit vermehrt Schäden durch pflanzenparasitäre Nematoden auf. Zur Vermeidung solcher Entwicklungen ist eine genaue Kenntnis über die vorkommenden Nematodenarten essenziell zur Entwicklung von integrierten Managementstrategien. Mit der Durchführung von Surveys und dem Einsatz modernster Diagnostikmethoden können hier wichtige Erkenntnisse zur Lösung dieser Probleme erarbeitet werden. Des Weiteren haben sich Nematodenpopulationen über viele Jahre verändert und zusammen mit der Klimaveränderung ergeben sich neue Probleme für die Schweizer Landwirtschaft, die es zu lösen gilt. Die zunehmende Globalisierung erhöht zudem das Risiko einer Einschleppung von Quarantänenematoden, also neue, bisher noch unbekannte Arten, die ein grosses Schad- und Ausbreitungspotenzial besitzen. Forschungsarbeiten zur Diagnostik und der Biologie dieser neuen Arten dienen daher dazu, eine weitere Ausbreitung zu verhindern und praxisgerechte Lösungsansätze für eine Eindämmung oder direkte Bekämpfung zu entwickeln. Das Agroscope Tätigkeitsfeld zur Diagnostik und integrierten Bekämpfung von pflanzenparasitären Nematoden ist das einzige Forschungsvorhaben innerhalb der Schweiz, welches neue Erkenntnisse im Bereich der Prävention, der Diagnostik und der Integrierten Bekämpfung von pflanzenparasitären Nematoden entwickelt und für die Umsetzung zur Verfügung stellt. Dies geschieht auch im Rahmen der in der Pflanzenschutzverordnung vorgegebenen gesetzlichen Aufgaben. In diesem Tätigkeitsfeld werden neue Erkenntnisse zur Prävention, Diagnostik und Bekämpfung von pflanzenparasitären Nematoden in allen landwirtschaftlichen Kulturen erarbeitet und nachhaltige Lösungen für die Praxis entwickelt und umgesetzt.

2.2 Ziele

1. Prozesse in der Diagnostik sind optimiert und die Standarddiagnostik mit den entsprechenden Methoden ist auf dem neuesten Kenntnisstand, vergleichbar mit den führenden nematologischen

- Kompetenzzentren in Europa.
2. Aktuelle Informationen zu Quarantänenematoden, neu auftretenden Arten und Populationen mit veränderten Eigenschaften sind für die Leistungsbezüger stets verfügbar und nachvollziehbar.
 3. Der Einsatz von molekularen Methoden wird sukzessive weiter etabliert um den Zeit- und Ressourcenbedarf in der Nematodendiagnostik zu reduzieren. Diagnostikprotokolle für relevante Nematodenarten (Quarantänenematoden) sind entwickelt, validiert und werden in der Diagnostik eingesetzt.
 4. Integrierte Bekämpfungsstrategien werden für Nematoden in Spezial- und Feldkulturen unter Berücksichtigung der Stakeholderanliegen entwickelt, unter Praxisbedingungen überprüft und zusammen mit Präventivmassnahmen der Praxis angeboten. Gestützt auf eine effiziente Diagnostik werden pflanzenbauliche, chemische und biologische Verfahren oder Produkte getestet und die Ergebnisse publiziert.
 5. Im Rahmen der Vollzugsaufgaben werden
 - a) Analysen von Boden- und Pflanzenproben bei Import-, Exportkontrollen, zur Zertifizierung der Flächen von Obstbaum- und Rebschulen, im Rahmen des Pflanzenpassverfahrens, sowie bei der Zertifizierung von Flächen zur Pflanzkartoffelproduktion nach anerkannten Protokollen in den vereinbarten Fristen durchgeführt.
 - b) Vorhandene Protokolle werden permanent auf Möglichkeiten zur Optimierung im Hinblick auf eine Reduktion des Einsatzes von Ressourcen geprüft und, wo möglich, molekularbiologische Methoden in bestehende Prozesse integriert.
 - c) Gutachten, Anleitungen und Stellungnahmen entsprechen bezüglich Qualität den Vereinbarungen mit den Leistungsbezügern.
 6. Im Rahmen der Vollzugshilfe werden kantonale Pflanzenschutzberater in der Diagnostik, bei Managementstrategien und bei Surveys zu Quarantänenematoden unterstützt.
 7. Grundlagenforschung im Bereich Wirt-Parasit-Interaktion bzw. Tri-trophische-Interaktionen in der biologischen Kontrolle von Nematoden wird durch akquirierte Fremdmittel finanziert. Ziel ist, die biologische Nematodenbekämpfung als Ersatz für fehlende chemisch-synthetische Wirkstoffe in der Praxis (konventionell und biologisch wirtschaftende Betriebe) fest zu etablieren.
 8. Durch Drittmittel finanzierte Projekte im Bereich Genom- und Transcriptomsequenzierung pflanzenparasitärer Nematoden zur Entwicklung neuer Bekämpfungsstrategien werden angestrebt.
 9. Durch Drittmittel finanzierte Projekte zur Grundlagenforschung im Bereich der Resistenz von Kulturpflanzen gegen Nematoden werden angestrebt. Ziel ist es resistente Pflanzen vermehrt zum Management von pflanzenparasitären Nematoden einzusetzen.
 10. Durch Drittmittel finanzierte Forschung zum Barcoding von allen Nematoden dient der Entwicklung von Nematoden als Bioindikatoren und zur Beschreibung der Artendiversität in Ökosystemen (z.B. SWISSBOL).
 11. Mit der Unterstützung von Drittmittelprojekten werden die Schweizer Referenzpopulationen, Sequenz- und Metadaten in neue Europäische Netzwerke von nationalen Pflanzenschutzorganisationen integriert.

2.3 Literaturangaben

- Kiewnick S., Wolf S., Willareth M. & Frey J. E., 2013. Identification of the tropical root-knot nematode species *Meloidogyne incognita*, *M. arenaria* and *M. javanica* by a multiplex PCR protocol. *Nematology*, **15**, 891-894.
- Eder R. & Kiewnick S., 2013. Nematodenschäden an Karotten. Agroscope Merkblatt.
- Holterman M., Oggenfuss M., Frey J. E. & Kiewnick S., 2012. Evaluation of high-resolution melting curve analysis as a new tool for root-knot nematode diagnostics. *Journal of Phytopathology*. Doi: 10.1111/j.1439-0434.2011.01859.x
- Eder R. & Kiewnick S., 2012. Erkennung von Nematodenschäden im Freiland. Agroscope Merkblatt.

- Holterman M., Frey, J.E., Helder, J., Mooyman, P.J.W., Rybarczyk, K.D. & Kiewnick, S., 2011. Barcoding quarantine nematodes and their close relatives: an update on the QBOL-project. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences* **76**, 403-407.
- Kiewnick S., Neumann S., Sikora R.A. & Frey J. E., 2011. Effect of *Meloidogyne incognita* inoculum density and application rate of *Paecilomyces lilacinus* strain 251 on biocontrol efficacy and colonization of egg masses analyzed by real-time quantitative PCR. *Phytopathology* **101** (1), 105-112.
- Eder R., Roth I., Terrettaz C. & Kiewnick S., 2010. Quarantänenematoden im Schweizer Gemüsebau. *Agrarforschung Schweiz*. **1**(9), 340-345.
- Kiewnick S., Dessimoz M. & Franck L., 2009. Effects of the Mi-1 and the N root-knot nematode-resistance gene on infection and reproduction of *Meloidogyne enterolobii* on tomato and pepper cultivars. *Journal of Nematology* **41** (2), 134-139.
- Kiewnick S., Karssen G., Brito J.A., Oggenfuss M. & Frey J.E., 2008. First Report of Root-Knot Nematode *Meloidogyne enterolobii* on Tomato and Cucumber in Switzerland. *Plant Disease* **92**(9),1370
www.QBOL.org
www.q-bank.eu/nematodes

2.4 Daten und Methoden

Daten werden experimentell erhoben, statistisch ausgewertet und im Rahmen von wissenschaftlichen und praxisrelevanten Publikationen veröffentlicht. Sämtliche erhobenen Metadaten im Diagnostikbereich werden in Datenbanken archiviert und garantieren so die Nachvollziehbarkeit. Alle Daten, Dokumente und Berichte sowie die Bilddokumentation (zur Diagnostik über Morphologie und morphometrische Daten) werden gemäss der Vorgabe im Dokument „Elektronische Ablage Dokumente Forschungsgruppe Zoologie Obst- und Gemüsebau“ vom 28.03.13 abgelegt.

Die Methoden zur Durchführung von Versuchen zur integrierten Bekämpfung pflanzenparasitärer Nematoden sind in den jeweiligen Veröffentlichungen nachvollziehbar dokumentiert. Die Ablage und Dokumentation dieser Veröffentlichungen erfolgt über die Outputdatenbank.

Methoden mit Bezug zu Vollzugsaufgaben sind die aktuellen Standards, welche von der EPPO publiziert werden (www.eppo.org). Der Schwerpunkt der Diagnostik liegt hierbei bei morphologischer und morphometrischen Bestimmung und dem Abgleich mit Bestimmungsschlüsseln in Kombination mit molekularbiologischen Methoden. Neben regulären und multiplex PCR-Protokollen (Polymerase-Kettenreaktion) werden hoch sensitive und spezifische real-time PCR-Protokolle (z.B. SYBR Green, TaqMan oder Roche LNA Sonden) zur Detektion und Identifikation von Quarantänenematoden eingesetzt. Eigene molekularbiologische Methoden werden bei Bedarf entwickelt und die entsprechenden EPPO Diagnostic Standards angepasst. Des Weiteren wird DNA Barcoding (Sanger Sequenzierung) als unterstützendes Tool in der Diagnostik eingesetzt. Die jeweils aktuellen Versionen der EPPO-Standards sind in der Methodenliste enthalten:

Q:\2_Recherche\04_AP-PA\AP2012-13\05_Methodenlisten\01.16.03.44_Methodenliste_Kiewnick
 Bei Bedarf und bei Entwicklung von neuen Methoden wird diese Liste entsprechend aktualisiert.

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

- wissenschaftliche Publikationen
- EPPO Diagnostic Standards (EPPO Bulletin)
- technisch-wissenschaftliche Publikationen

- praxisorientierte Publikationen
- Projektberichte
- wissenschaftliche und praxisorientierte Vorträge
- Workshops, Schulungen (Kontrolleure)
- Tagungen

3.2 Kunden

Dieses Tätigkeitsfeld liefert Ergebnisse und Erkenntnisse für interne und externe Kunden.

Interne Kunden

Als Hauptkunden für die erarbeiteten Erkenntnisse gelten das BLW (Vollzugsaufgaben und Politikberatung), EPSD und die FG Agroscope Pflanzenschutzdienst. Mit der Forschungsgruppe Molekulare Diagnostik und Epidemiologie besteht eine enge Zusammenarbeit mit Nutzen für beide Tätigkeitsfelder.

Externe Kunden

Externe Kunden sind Kantonale Fachstellen für Gemüsebau und Pflanzenschutz und die nationalen und internationalen Kooperationspartner. Die Produzenten profitieren durch Unterstützung in Bezug auf sichere Produktion von qualitativ hochwertigen Lebensmitteln welche letztendlich der Schweizer Bevölkerung zugutekommen. In Bezug auf die Informationen zu neuen, invasiven Arten oder Quarantäneorganismen, die Produktionssysteme gefährden können, dienen Mediendienste als Kunden und gleichzeitig als Multiplikatoren zur Verbreitung der durch dieses Tätigkeitsfeld geleisteten Arbeit.

3.3 Nutzen

Die Arbeiten zu invasiven Arten und Quarantäneorganismen unterstützen das BLW im Rahmen der Vollzugsaufgaben wie auch eine präzise und fristgerechte Diagnostik für Import-Kontrollen unter Einbezug der Entwicklung neuer Diagnostikmethoden. Vollzugsaufgaben im Bereich der Zertifizierung in Absprache mit der Gruppe Pflanzenschutzdienst, verbessern die Pflanzenproduktion im Bereich Obst, Weinbau und Feldkulturen.

Das BLW wird bei der Entwicklung von Bekämpfungsmassnahmen, basierend auf den durch dieses Tätigkeitsfeld erzielten Erkenntnissen unterstützt. Diese Erkenntnisse werden in Zusammenarbeit mit der Forschungsgruppe Extension Gemüsebau erarbeitet und umgesetzt. Mit der Gruppe Molekulare Diagnostik und Epidemiologie werden neue Methoden entwickelt, die zur Unterstützung von Surveys und einem Monitoring-Programm dienen.

3.4 Impact

Eine molekulare Diagnostik von Nematoden, die qualitativ und technologisch auf dem neuesten Stand ist, unterstützt die Arbeiten zur Verhinderung der Einschleppung von neuen Q-Organismen. Dies und die Entwicklung neuer Bekämpfungsstrategien sichern die Zukunft der landwirtschaftlichen Produktionssysteme.

Die Analysen von Bodenproben bezüglich Kartoffelzystennematoden dienen der Verbesserung der landwirtschaftlichen Produktion mit gesundem Saat- und Pflanzgut.

Die Publikation von Forschungserkenntnissen dient der nationalen und internationalen Beachtung, dem Einsatz von entwickelten Methoden und Verfahren in anderen Ländern und erhöht die Chancen auf Beteiligungen an Forschungsprojekten.



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.13.3.1

Obstzüchtung und Genressourcen Obst

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Züchtung nachhaltig robuster Qualitätssorten und Beschreibung und Nutzung von Genressourcen beim Obst
Titel Originalsprache kurz	Züchtung robuster Qualitätssorten und Bewertung von Genressourcen beim Obst
Titel französisch	Amélioration de variétés de haute qualité et durablement résistantes aux maladies et description et utilisation de ressources génétiques fruitières
Titel französisch kurz	Amélioration de variétés de haute qualité résistantes aux maladies et évaluation de ressources génétiques fruitières
Titel englisch	Breeding high quality disease resistant fruit varieties and description and use of fruit genetic resources
Title english short	Breeding high quality disease resistant fruit varieties and evaluation of genetic resources
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Markus Kellerhals
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Simone Schütz (drittfinanziert)
Keywords	breeding, apple, pear, genetic resources, fire blight resistance, disease resistance, fruit quality, storage
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	11.1 Neue Nutzpflanzensorten (themat. Schwerpunkte: Oekologische Intensivierung)

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Das Tätigkeitsfeld knüpft an die bestehenden Arbeiten in der Obstzüchtung und bei den Genressourcen Obst bei Agroscope an. Ziel ist die Entwicklung von marktkonformen national und international kompetitiven Sorten mit Zusatznutzen für die Branche und die Konsumenten. Die Apfelzüchtung wird neuste Techniken der molekularen Selektion anwenden und die Ziele hohe Fruchtqualität, hohe und regelmässige Erträge und umfassende, dauerhafte Krankheitsresistenz verfolgen. Der Aspekt Fruchtqualität und Lagerkrankheiten soll in Zusammenarbeit mit dem ILM vertieft bearbeitet werden. Es wird

geklärt, ob die Birnenzüchtung im Kontext aktueller Fragestellungen (Feuerbrand, Sicherung der züchterischen Unabhängigkeit) reaktiviert werden kann, sofern die notwendigen Mittel zur Verfügung gestellt werden. Die Aprikosenzüchtung ist nicht Bestandteil dieses TF, sondern wird in ein Projekt der Forschungsgruppe 14.3. Obstkulturen im Alpenraum integriert. Die Obstzüchtung wird untermauert mit neuen Erkenntnissen und Methoden aus dem Projekt ‚Grundlagen und molekulare Methoden‘ im Tätigkeitsfeld 14.13.1.1 „Integrierte Strategien gegen Pilze und Bakterien im Obst- und Gemüsebau“. Bei den Obstgenressourcen werden die nationalen Kontakte zum BLW, SKEK (www.cpc-skek.ch) und den privaten Organisationen, wie Fructus, weiter geführt. International wird die Vertretung im ECPGR (www.ecpgr.cgiar.org/networks/fruit/) weiter verfolgt und die nationalen Gremien entsprechend informiert. Das laufende NAP-Projekt BEVOG II (Beschreibung von Obstgenressourcen) im Auftrag von Fructus wird Ende 2014 abgeschlossen. Nach Möglichkeit wird ein Nachfolgeprojekt akquiriert.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Problemstellung

Der Obstkonsum in der Schweiz und in Europa ist rückläufig. Mit innovativen, auf die Bedürfnisse der Branche und Konsumenten ausgerichteten Neuzüchtungen soll der Markt belebt, der Konsum gesteigert und Mehrwert geschaffen werden. Die Konsumenten verlangen Obst mit keinen oder wenigen Rückständen sowie eine naturnahe und energieeffiziente Produktionsweise. Agroscope-Neuzüchtungen bei Apfel, Birne und Aprikose leisten einen Beitrag, um die Obstbranche konkurrenzfähig zu erhalten und den Obstkonsum zu steigern.

Der Kernobstanbau ist vom Feuerbrand stark betroffen. Die Entwicklung von feuerbrandrobusten / -resistenten Sorten ist eine nachhaltige Strategie, die in der Agroscope-Züchtung verfolgt und mit Drittmittelprojekten zusätzlich forciert wird. Die Agroscope-Züchtung ermöglicht der Schweizer Obstbranche den Zugang zu neuen Sorten, was bei ausländischen Zuchtprogrammen nicht durchwegs der Fall ist (Clubsorten). Agroscope wendet neuste Techniken der molekularen Selektion an und beteiligt sich an Projekten zu deren Entwicklung (z.B. EU-Projekt ‚Fruitbreedomics‘ (www.fruitbreedomics.com)).

Forschungslücken, Abgrenzung

- Aufgrund der Pensionierung von Prof. Cesare Gessler an der ETHZ ergeben sich Forschungslücken im Bereich der **genetischen Grundlagen** von Krankheitsresistenzen beim Apfel und der molekularen Selektion. Gewisse Aspekte sollten im Projekt ‚Grundlagen und molekulare Methoden‘ im Tätigkeitsfeld 14.13.1.1 „Phytopathologie Obst- und Gemüsebau“ abgedeckt werden können.
- Die Züchtung von Sorten mit Resistenzen gegen parasitäre und physiologische **Lagerkrankheiten** wurde bisher international stiefmütterlich behandelt. Die Agroscope Züchtung will sich vermehrt diesen Fragestellungen zuwenden. Seitens ILM besteht Interesse an einer Zusammenarbeit (FG 31.2 Produktequalität, -innovation und Ernährung F. Gasser).
- Die **Aprikosenzüchtung** wird einem Aprikosenprojekt im IPV FG 14.3 eingegliedert.

Birnenselektion und Birnenzüchtung: Das von früheren Kreuzungen (Ch. Rapillard) bestehende Material wird am Agroscope Standort Conthey selektiert, interessante Zuchtnummern sind in der Pipeline und werden in der Schweiz und international geprüft. Die Birnenzüchtung ist international stark geschrumpft. Agroscope besitzt noch einen interessanten Genpool aus früheren Aktivitäten in Conthey. Dieser könnte für spezifische Fragestellungen, z.B. Feuerbrandrobustheit, Lagerfähigkeit, Optik für ein Züchtungsprogramm wieder aktiviert werden, sofern die nötigen Ressourcen zur Verfügung gestellt werden.

Forschungslücken, Abgrenzung

Seitens VariCom (siehe unten) wurde Interesse an Birnenzüchtung signalisiert, ebenfalls scheint ein politisches Interesse da zu sein, vermehrt die Züchtung einer breiten Palette von Kulturpflanzen in der

Schweiz zu ermöglichen (BLW-Projekt Strategie Pflanzenzüchtung Schweiz').

Das **Sortenmarketing** beim Obst erfolgt über die VariCom GmbH (www.varicom.ch). Die Agroscope Züchtung arbeitet eng mit VariCom und ihren Gesellschaftern in Deutschland, Frankreich und Italien zusammen und liefert umfassende Informationen und Ergebnisse zum Zuchtmaterial (z.B. Jahresberichte).

Bei den **Obstgenressourcen** erfolgt deren Erhaltung in der Schweiz dezentral und koordiniert durch die SKEK (Schweiz. Kommission für die Erhaltung von Kulturpflanzen), künftig verstärkt seitens BLW. 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 pflegt gute Kontakte und Zusammenarbeit mit Fructus (www.fructus.ch). Dank der NAP-PGREL-Projekte sind in den letzten Jahren grosse Fortschritte bei der Inventarisierung, Charakterisierung und Nutzung der Obstgenressourcen erzielt worden. Die Projekte haben einen direkten Nutzen für die Züchtungsarbeiten und die Vernetzung von Obstzüchtung und Obstgenressourcen gewinnt auch international an Bedeutung (z.B. EU-Projekt ‚Fruitbreedomics‘).

2.2 Ziele

Projekt Apfelzüchtung

1. Entwicklung von marktkonformen Apfelsorten mit hervorragender Fruchtqualität, guter Ertragsleistung und dauerhafter Krankheitsresistenz gegen Feuerbrand, Schorf und Mehltau. Jährlich mind. 8'000 Samen, und 600 Zuchtnummern (ZN) in Stufe 1 (1 Baum pro ZN).
2. Anwendung und Nutzung der Ergebnisse der eigenen und internationalen Grundlagenforschung im Bereich markergestützte Züchtung (MAB) für Schorf- und Mehlauresistenz und Feuerbrandrobustheit sowie Fruchtqualität durch Kooperation mit dem Projekt ‚Grundlagen und molekulare Methoden für die Resistenzzüchtung‘ (siehe TF 14.13.1.1), EU-Projekt Fruitbreedomics, VZ Laimburg, etc.
3. Weitere Erhebungen zur neuen schorffresistenten Apfelsorte ‚CH101-Galiwa®‘ und zur feuerbrandrobusten und schorffresistenten Sorte ‚Ladina‘. Entwicklung von 1-2 weiteren fortgeschrittenen Apfelzüchtungen zur Marktreife.
4. Bestehende und neue Drittmittelprojekte werden in hoher Qualität und zur Zufriedenheit der Geldgeber abgewickelt.
Es bestehen grosse Synergien zwischen den Drittmittelprojekten und der Obstzüchtung.
5. Unterstützung von VariCom bei der erfolgreichen Markteinführung von ACW - Sorten und gemeinsame Evaluation von Sortenkandidaten.

Projekt Birnenselektion

6. Die Birnenselektion des bestehenden Materials am Standort Conthey wird in der ersten Stufe abgeschlossen. Interessante Zuchtnummern gelangen in die höheren Prüfstufen
7. Als besonders aussichtsreiche Sortenkandidatin soll die Züchtung ACW 3851 forciert und wenn möglich 1-2 weitere mögliche kommerzielle Sorten herausgeschält werden.

Projekt Fruchtqualität

8. Die Obstzüchtung will verstärkt einen Fokus auf die Fruchtqualität und den gesundheitlichen Wert (Polyphenole, Allergenität) legen.
9. Interaktionen zu Sensorik, Lebensmittel- und Ernährungsqualität sowie Lagerkrankheiten sollten vertieft angegangen werden.
10. Interaktionen sind auch im Bereich Genressourcen (Vielfalt an Inhaltsstoffen, etc.) vorgesehen.
11. Wertvolle Basis dazu bildet auch das bis 2015 laufende EU-Projekt ‚Fruitbreedomics‘.

Projekt Genressourcen

12. Kontakte mit ECPGR, SKEK, BLW werden weiter geführt, fachlicher Austausch.
13. Das Drittmittelprojekt BEVOG II wird erfolgreich abgeschlossen und nach Möglichkeit ein Nachfolgeprojekt in der Phase V des NAP-PGREL in Zusammenarbeit mit Fructus akquiriert.

Wunschziel

Die Möglichkeiten für die Wiederaufnahme der Birnenzüchtung werden sondiert, Kooperationspartner gesucht und bei positiver Resonanz erste Kreuzungen am Standort Wädenswil und/oder Conthey durchgeführt. Zusammenarbeit mit VariCom, FiBL und weiteren Partnern. Voraussetzung ist eine ausreichende Finanzierung. Wunschziel ist die Entwicklung von marktkonformen Sorten mit hervorragender Fruchtqualität, guter Ertragsleistung und dauerhafter Krankheitsresistenz gegen Feuerbrand und Birnenschorf. Einsatz von molekularen Selektionsmethoden für Resistenz- und Qualitätseigenschaften um eine möglichst effiziente Selektion durchzuführen, da Birnen eine lange juvenile Phase haben.

Wissenstransfer: Publikationen: wissenschaftliche, technisch-wissenschaftliche und praxisorientierte Publikationen, Vorträge, Internktionen mit Stakeholdern (VariCom, Obstbranche, Fachkommission Obstsortenprüfung, kantonale Fachstellen, etc.)

2.3 Literaturangaben

- Baumgartner I.O., Leumann L.R., Frey J.E., Joos M., Voegelé R.T., Kellerhals M., 2012. Breeding apples to withstand infection pressure by fire blight and other diseases. Proc. of the 15th International Conference on Organic fruit –Growing, 20.-22.2.12, Hohenheim, Germany, Foeko, Weinsberg (D), 14-21.
- Bokszczanin, K., L. Dondini, and A. A. Przybyła, 2009: First report on the presence of fire blight resistance in linkage group 11 of *Pyrus ussuriensis* Maxim. *J. App. Genet.* 50, 99–104.
- Costa F., Capellin L., Zini E., Patocchi A., Kellerhals M., Komjanc M., Gessler C., Biasioli F., 2013. QTL validation and stability for volatile organic compounds (VOC's) in apple. *Plant Science* 211, 1-7.
- Fahrentrapp J, Broggin G, Kellerhals M, Peil A, Richter K, Malnoy M, Gessler C. 2012. A candidate gene for Fire Blight resistance in *Malus x robusta*5 is coding for a CC-NBS-LRR. *Tree Genetics and Genome*. doi 10.1007/s11295-012-0550-3.
- Hunziker K., Noser S., Ingenfeld A., Frey J.E., Kellerhals M., 2013. Obstgenressourcen: Vielfalt für die Zukunft. *Agrarforschung* 4 (1) 16-23.
- Kellerhals M., Leumann L., Baumgartner I., Patocchi A., Frey J.E., 2011. Resistenze piramidali: nuovo traguardo nella selezione del melo a Wädenswil. *Frutticoltura* 12, 66-69
- Kellerhals M., Baumgartner I., Leumann L., Lussi L., Christen D., Patocchi A., LeRoux P.M. Leumann R., Kobelt M., Weber M., Fahrentrapp J., Broggin G., Gessler C., 2012. Züchtung feuerbrandrobuster Obstsorten. *Schweiz. Z. Obst- und Weinbau* 14, 12-15.
- Kellerhals M., Baumgartner I., Leumann L., Lussi L., Patocchi A., LeRoux P.M., Egger S., Christen D., Leumann R., Kobelt M., Weber M., Fahrentrapp J., Broggin G., Gessler C., 2012. Sélection de variétés de fruits tolérantes au feu bactérien. *Revue suisse Vitic, Arboric, Hortic.* 44 (6), 350-356.
- Kellerhals M., Baumgartner I., Leumann L., Lussi L., Christen D., Patocchi A., LeRoux P.M., Egger S., Leumann R., Kobelt M., Weber M., Fahrentrapp J., Broggin G., Gessler C., Scheer C., 2012. Züchtung feuerbrandrobuster Obstsorten. *Obstbau* 10, 530-532.
- Kumar S., Bink M.C.A.M., Bus V.G.M., Chagné D., 2011. Towards genomic selection in apple (*Malus x domestica* Borkh.) breeding programmes: Prospects, challenges and strategies. *Tree Genetics & Genomes* DOI 10.1007/s11295-011-0425-z.
- Leumann L., Baumgartner I., Lussi L., Frey L., Nölly M., Kellerhals M., Weber, M., 2013. Ladina, die neue feuerbrandrobuste Apfelsorte. *Schweiz. Z. Obst- und Weinbau* 149 (1), 10-13.
- Le Roux P.M.F., Christen D., Duffy B., Tartarini S., Dondini L., Yamamoto T., Nishitani C., Terakami S., Lespinasse Y., Kellerhals M., Frey J.E. and 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*, doi:10.1111/j.1439-0523.2012.02000.x
- Perren S., Egger S., Kellerhals M., 2012. Mit robusten Sorten dem Feuerbrand trotzen. *Landfreund* 11, 2-5.
- Velasco R, Zharkikh A, Affourtit J, Dhingra A, Cestaro A, Kalyanaraman A, Fontana P, Bhatnagar SK, Troggio M, Pruss D et al. 2010. The genome of the domesticated apple (*Malus x domestica* Borkh.). *Nature Genetics* 42: 833–839.

Yamamoto, T., T. Kimura, T. Saito, K. Kotobuki, N. Matsuta, R. Liebhard, C. Gessler, W. E. van deWeg, and T. Hayashi, 2004: Genetic linkage maps of Japanese and European pears aligned to the apple consensus map. *Acta Hort.* 663, 51—56.

2.4 Daten und Methoden

Daten

Daten werden in allen Selektionsstufen unter Nutzung moderner elektronischer Verfahren erhoben und in der Datenbank Apfelzüchtung (Access) sowie in der Datenbank ‚Versman‘ (gemeinsam mit Sortenprüfung Extension Obst Agroscope) gespeichert. In den Drittmittelprojekten werden die Daten gemäss Projektvorgaben verwaltet und allenfalls extern gespeichert (zB. www.bdn.ch beim Projekt BEVOG II)

Methoden

In der Apfelzüchtung werden klassische Methoden eingesetzt und mit modernen molekularen Selektionstechniken kombiniert. 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 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 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 durchgeführt. Eine allfällige Markteinführung inkl. Namenssuche und Schutzaspekte werden mit VariCom geplant. Bei der Birnen-selektion befinden sich die Sämlinge in Stufe 1 noch auf eigener Wurzelt (nicht auf eine Unterlage veredelt), in den höheren Stufen wird ebenfalls mit auf Quittenunterlagen veredelten Bäumen gearbeitet. In den Drittmittelprojekten werden die projektspezifisch dargelegten Methoden verwendet.

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

Sowohl die Obstzüchtung als auch Genressourcen Obst sind Themen, welche wissenschaftlich als auch gesellschaftlich auf gute Resonanz stossen. Geplant sind:

- wissenschaftliche Publikationen
- technisch-wissenschaftliche Publikationen
- praxisorientierte Publikationen
- Projekt-Jahresberichte
- Vorträge wissenschaftlich und praxisorientiert

- Ausstellungen, Messen (z.B. Fruchtwelt Bodensee Februar 2014, Februar 2016)
- Zwei VariCom-Meetings pro Jahr
- Internet

Bei der Berichterstattung werden auch Projektpartner sowie die Firma VariCom GmbH als Vermarktungspartner aktiv einbezogen.

3.2 Kunden

Interne Kunden

- TF 14.13.1.1, speziell das Projekt ‚Grundlagen und molekulare Methoden für die Resistenzzüchtung am Modell Apfelbaum‘
- TF 14.13.4.1 speziell Extension Obst; Genotypen für Versuche
- FG 31.1 Genotypen für sensorische Tests, etc.
- FG 31.2 Genotypen für Lagerung, Qualitätsforschung

Externe Kunden

- Obstbranche und Konsumenten
- VariCom GmbH, Wädenswil: Sortenmarketing. VariCom finanziert sich über Lizenzeinnahmen aus der Vermarktung der Agroscope-Obstsorten. Andererseits generiert das professionelle Sortenmarketing der VariCom Lizenzeinnahmen für Agroscope, welche einen wichtigen Teil der Aktivitäten in diesem TF finanzieren.
- BLW: Feuerbrandstrategie, NAP-Projekte, Züchtungsstrategie
- Kantonale Obstbauberatung
- Partner EU-Projekt ‚Fruitbreedomics‘, speziell JKI Dresden-Pillnitz (Andreas Peil) und Uni Bologna (Stefano Tartarini): Züchtungsstrategien, neuste molekulare Selektionstechniken
- FiBL (Franco Weibel, Frick): Prüfung fortgeschrittener ACW-Neuzüchtungen unter Bio-Bedingungen
- SKEK (Schweizerische Kommission für die Erhaltung der Kulturpflanzen): wesentliche Aspekte werden ab 2014 ins BLW integriert
- Fructus (Klaus Gersbach, Sandra Noser): Auftraggeber NAP-Projekte
- Bioversity International (Lorenzo Maggioni, Rom): Europäische Koord. Obstgenressourcen

3.3 Nutzen

Das Tätigkeitsfeld entwickelt für die Obstbranche und die Konsumenten kompetitive und in der Schweiz allgemein zugängliche Sorten. Diese tragen zur Umwelt- und Ressourcenschonung bei und leisten einen Beitrag zur Lösung der Feuerbrandproblematik, was auch politisch sehr relevant ist (BLW, Kantone, Verbände). Die Agroscope-Obstsorten bringen der Schweizer Obstbranche Konkurrenzvorteile. Durch den Grundlagen-Teil im TF 14.13.1.1 und die konsequente Anwendung der molekularen Selektionstechniken leistet die ACW einen wichtigen Entwicklungsbeitrag der auch von anderen Züchtern genutzt werden kann. Andere Zuchtprogramme fragen vermehrt nach Genitoren aus dem Agroscope –Programm. Die Bedingungen und Modalitäten für Austausch von Zuchtmaterial werden gegenwärtig Agroscope-intern ausgearbeitet. Die Agroscope-Apfelzüchtung ist weltweit an vorderster Front bei der Anwendung molekularer Selektionsmethoden und kann sich in Drittmittelprojekte einbringen. Sie schafft auch Nutzen für interne Forschungsaktivitäten, z.B. Sensorik, Lagerung, Extension Obst, etc. Die VariCom GmbH erhält Neuentwicklungen mit Marktpotenzial zur Vermarktung und kann damit Ressourcen generieren.

Bei den Obstgenressourcen leistet das Tätigkeitsfeld wertvolle Beiträge zum NAP-PGREL des BLW (Nationaler Aktionsplan zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung der pflanzengenetische Ressourcen für Ernährung und Landwirtschaft).

3.4 Impact

Ziel der Agroscope Obstzüchtung ist es, einen Impact bis zu den Konsumenten zu erzielen. So hat sich die Agroscope-Apfelsorte Milwa-Diwa® in der Schweiz bei den Neuheiten in Produktion und Verkauf einen Spitzenplatz erobert. Der Nutzen dieser Tätigkeit soll bis am Verkaufspunkt spürbar werden. Die Züchtung feuerbrandrobuster Kernobstsorten hat einen grossen Impact auf die Obstbranche, die Politik (BLW) und bis zu den Konsumenten. Die Arbeiten im Bereich der Genressourcen Obst haben ebenfalls einen hohen politischen und gesellschaftlichen Impact, tragen zur Ernährungssicherung bei und haben auch kulturhistorischen und landschaftsökologischen Wert.



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.13.4.1

Nachhaltige Produktion von Qualitätsobst

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Forschung, Entwicklung und Wissenstransfer für eine nachhaltige Produktion von Schweizer Qualitätsobst
Titel Originalsprache kurz	Nachhaltige Produktion von Qualitätsobst
Titre français	Recherche, Développement et Transfert des connaissances pour une production durable de fruits suisses de haute qualité
Title english	Research, development and knowledge transfer for sustainable production of high quality top fruit in Switzerland
Titre français court	Production durable de fruits de haute qualité
Title english short	Sustainable production of high quality top fruit
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Andreas Naef
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Stefan Kuske
Keywords	fruit growing, orchard management, variety testing, plant protection, pesticide residues, fruit quality, food safety, sustainability, profitability
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	11.2 Pflanzenproduktionsmethoden, Pflanzenschutz

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Die Schweizer Obstbranche ist gefordert, sich in einem Markt mit offeneren Grenzen durch umwelt-schonende, innovative und wirtschaftliche Produktionsverfahren und eine hohe Fruchtqualität zu profilieren. Erfolgsentscheidend für die geforderte perfekte äussere und hohe innere Fruchtqualität ist nebst optimalen Kulturmassnahmen ein wirksamer, wirtschaftlicher, umweltfreundlicher und gesetzeskonformer Pflanzenschutz.

Das Projekt „Professionelle Produktion von Qualitätsobst“ trägt aktuellen Bedürfnissen und Anbau-problemen der Schweizer Obstbranche Rechnung. In einem jährlichen Antrags-, Priorisierungs- und Evaluationsprozess werden die Anliegen der Branche aufgenommen und in Form von in der Regel 1 bis 3-jährigen Teilprojekten bearbeitet. Ziel sind praxisnahe, rasch umsetzbare, nachhaltige und wirt-

schaftlich interessante Problemlösungen. In diesem Tätigkeitsbereich werden unter anderem aktuelle Herausforderungen wie neue Schädlinge und Krankheiten, Massnahmen zur Anpassung an den Klimawandel, Anwendung neuer Technologien, Sorten und kulturtechnischer Verfahren bearbeitet. Die Mitbestimmung der Praxiskunden stellt sicher, dass die wichtigsten Anliegen prioritär bearbeitet werden und die Ergebnisse umgesetzt werden. Dies trägt bei zu einer positiven Wahrnehmung von Agroscope in der Branche. Beratung und Obstbranche profitieren direkt für die Professionalisierung entlang der Wertschöpfungskette. Der Fokus dieses Projekts liegt auf Entwicklung, Technologie- und Wissenstransfer. Drittmittel und Kooperationen mit anderen praxisnahen Forschungs- und Entwicklungsinstitutionen, der kantonalen Beratung und der Obstbranche sollen wo möglich die Eigenmittel ergänzen.

Im Projekt „Entscheidungsunterstützung für den Obstbau“ werden Instrumente der Entscheidungsunterstützung und Beratungsunterlagen für die Vollzugsorgane und die Obstbaupraxis entwickelt, aktualisiert und bereitgestellt. Schwerpunkte bilden die Prognosetools und Beratungsunterlagen für Obstkrankheiten und -schädlinge sowie betriebswirtschaftliche Planungs-, Simulations- und Benchmark-Instrumente. Das Projekt dient dem Wissenstransfer und der Entscheidungsunterstützung. Umfang, Abgrenzung und Entschädigung einzelner Dienstleistungen werden laufend überprüft.

Das Tätigkeitsfeld trägt im Sinn des im Forschungskonzept 2013-16 angestrebten integrierten Ernährungssystems zu mehreren Thematischen Schwerpunkten von der Obstanlage bis auf den Teller wesentlich bei. Es unterstützt die Nachhaltigkeit und Wettbewerbsfähigkeit im Schweizer Obstbau und stärkt das Vertrauen der Konsumenten in Früchte aus Schweizer Produktion.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Die Schweizer Obstbranche ist gefordert, sich in einem Markt mit offeneren Grenzen durch umweltschonende, innovative und wirtschaftliche Produktionsverfahren und eine hohe Fruchtqualität zu profilieren. Erfolgsentscheidend für die geforderte perfekte äussere und hohe innere Fruchtqualität ist nebst optimalen Kulturmassnahmen ein wirksamer, wirtschaftlicher, umweltfreundlicher und gesetzeskonformer Pflanzenschutz.

Die Obstbauberatung und -praxis ist angewiesen auf praxisnahe Entscheidungsgrundlagen und rasch umsetzbare, wirtschaftlich interessante und nachhaltige Problemlösungen bezüglich aktueller Pflanzenschutzprobleme, der Sorten- und Unterlagenwahl (Krankheitsresistenz, Wirtschaftlichkeit, Fruchtqualität), der Bodenbewirtschaftung (Baumstreifenmanagement, Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit), Düngung und Bewässerung sowie der Kulturführung (Behangsregulierung, Mechanisierung, Witterungsschutz). Das Thema Nachbauprobleme im Obstbau weist einen engen Bezug zu vorgeschlagenen Schwerpunkten im AFP Biologischer Pflanzenbau auf.

Die Interaktionen zwischen Pflanzenschutz, Anbausystem, Sortenwahl, Boden und Kulturführung erfordern eine interdisziplinäre Bearbeitung der angesprochenen Themen. Die transdisziplinäre Zusammenarbeit mit der Obstbranche, koordiniert durch das Forum Kern- und Steinobst stellt zudem die Priorisierung auf die wichtigsten und dringendsten Anliegen der Obstbranche sicher, unterstützt die Umsetzung erarbeiteter Problemlösungen und hat sich über die letzten Jahre bewährt.

2.2 Ziele

1. Entwicklung von praxisnahen, wirtschaftlich interessanten, nachhaltigen und rasch umsetzbaren Problemlösungen für aktuelle Bedürfnisse der Obstbranche gemäss jährlicher Priorisierung und Evaluation des Forums Kern- und Steinobst. Jährliche Evaluation für mindestens 80% der Extension-Projekte positiv.
2. Technologie- und Wissenstransfer zur Unterstützung einer nachhaltigen, wettbewerbsfähigen und innovativen Qualitätsproduktion von Schweizer Obst mittels Fachtagungen, Vorträgen sowie praxisorientierten und technisch-wissenschaftlichen Publikationen. Bereitstellung und Weiterentwicklung valider, leistungsfähiger und anwenderfreundlicher Instrumente zur Entscheidungsunterstützung der Vollzugsorgane und der Obstbranche in Form IT-basierter Tools und Informationen.
3. Zusammenarbeit mit Forschungsgruppen im Vor- und Nacherntebereich, schwerpunktmässig mit Bezug zur Sortenwahl, zum Pflanzenschutz und zu Produktequalität und Konsumentenbedürfnissen. Nationale und internationale Vernetzung und Kompetenzpflege.
4. Akquisition von Fremdmitteln im Umfang von durchschnittlich mindestens 0.5 Stellenäquivalent jährlich (v.a. Interreg, KTI, ev. FP7) in Partnerschaft mit anderen Forschungsinstitutionen, kantonalen Beratungsstellen, Verbänden, der Industrie und der Obstbranche.

2.3 Literaturangaben

- Widmer A., Göllles M., Schweizer S., 2013. Süsskirschen: Bessere Fruchtqualität mit Gibberellinen?
Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau. 149, (10), 2013, 8-10
- Mühlentz I., Schwizer T., 2013. Die grenzenlose Suche nach neuen Kirschenarten.
Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau. 149, (9), 2013, 8-11
- Bravin E., Dietiker D., 2013. SOA Jahresbericht 2012.
Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau. 149, (3), 2013, 12-14
- Höhn H., Naef A., Holliger E., Widmer A., Göllles M., Linder C., Dubuis P.-H., Kehrli P., Bohren Ch., 2012. Pflanzenschutzempfehlungen für den Erwerbsobstbau 2012/13.
Flugschrift 122, Forschungsanstalt Agroscope ACW.
- Egger S., Stier K., Decurtins F., 2012. Opal® - der gelbe Apfel mit Geschmack.
Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau. 148, (16), 2012, 8-11
- Höhn H., Walder R., Mühlentz I., 2012. Kirschenfliegenbekämpfung – nicht nur mit Dimethoat.
Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau. 148, (9), 2012, 8-11
- Knorst V., Jänsch M., Monney P., Naef A., 2012. Nachbauprobleme beim Apfelanbau.
Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau. 148, (8), 2012, 11-14
- Widmer A., Göllles M., 2012. Behangsregulierung im Zwetschgenanbau.
Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau. 148, (7), 2012, 8-10
- Silvestri G., Egger S., 2011. Beschreibung wertvoller Mostapfelsorten.
Flugschrift 129, Forschungsanstalt Agroscope ACW.
- Bravin E., Carint D., Dugon J., Hanhart J., Steinemann B., 2011. Schweizer Kernobstproduktion unter der Lupe.
Forschungsanstalt Agroscope ACW, 2011.
- Silvestri G., Egger S., 2011. Mit robusten Sorten dem Feuerbrand entgegen wirken
Agrarforschung Schweiz 2(11+12), 2011, 526-533
- Bravin E., Blunzli M., Leumann M., Straub U., Hirrle T., Hanhart J., Hollenstein R., Steinemann B., 2011. Aktionsforschung: Obstproduzenten suchen Lösungen
Agrarforschung Schweiz 2(7+08), 328-333, 2011
- Egger S., Höhn H., 2011. Extension Obst – massgeschneiderte Forschung und Entwicklung im Dialog mit der Praxis.
Agrarforschung Schweiz. 2, (6), 2011, 272-279
- Naef A., Monney P., Gasser S., 2009. Nachbauprobleme im Schweizer Apfelanbau.
Agrarforschung 16(9), 366-370, 2009

2.4 Daten und Methoden

Methodenbezeichnung	Methodenbeschreibung
Praxisnahes Versuchswesen	Durchführung und Auswertung von Obstanbauversuchen auf den Versuchsbetrieben von Agroscope in Wädenswil, Wintersingen, Conthey, Changins, auf Versuchsbetrieben von Partnern (Versuchsbetrieb Güttingen des BBZ Arenenberg und weitere) sowie auf Praxisbetrieben (on-farm) gemäss anerkannten, unten aufgeführten Standards.
Versuchsplanung u. -auswertung	OEPP/EPPO 2006: EPPO Standards PP1/152 (3): Design and Analysis of efficacy evaluation trials
Versuchsauswertung Software	Addinsoft™ 2011: XLStat 2011.2.04 SPSS Inc. 2010: IBM SPSS Statistics 19.0
Pflanzenschutzversuche	Syngenta International AG, 2004: Manual for Field trials in crop protection (4 th edition)
Pflanzenschutzversuche	Ciba-Geigy, 1981. Manual für Feldversuche im Pflanzenschutz. 4. überarbeitete und ergänzte Auflage. Ciba-Geigy AG, Basel. 205 S.
Pflanzenschutzversuche	EPPO, 2012. Introduction to the efficacy evaluation of plant protection products. <i>EPPO Bulletin</i> 42 (3), 398–402.
Pflanzenschutzversuche	OEPP/EPPO 2005: EPPO Standards PP2 (Good Plant Protection Practice)
Pflanzenschutzversuche	EPPO, 2013. EPPO database on PP1 Standards. Zugang: http://pp1.eppo.int/
Pflanzenschutzversuche	OEPP/EPPO 2004: EPPO Standards PP1, Vol. 1: Efficacy Evaluation of IPlant Protection Products, General Standards.
Insektizid-/Akarizidversuche	OEPP/EPPO 2004: EPPO Standards PP1, Vol. 3: Efficacy Evaluation of Insecticides & Acaricides.
Nebenwirkungen auf Nützlinge	OEPP/EPPO 2004: EPPO Standards PP1, Vol. 5: Efficacy Evaluation of IPlant Protection Products, Miscellaneous.
Überwachung von Schädlingen und Nützlingen	Steiner H., Baggolini M., Gruys P. & Milaire H. 1975: Die Klopfmethode. IOBC/WPRS Galli P. & Höhn H. 1992: Visuelle Kontrollen im Apfelanbau. IOBC/WPRS
Krankheits- & Schädlingsprognose	Wartung, laufende Erneuerung und Modernisierung Wetterstationen-Netz deutsche Schweiz (www.agrometeo.ch) gemäss Wartungsprotokollen.
Krankheits- & Schädlingsprognose	Zusammenarbeit und Nutzung von Synergien mit Anbietern von MeteoDaten, von Hardware und neuen Übertragungs- und Steuerungstechnologien (www.agrometeo.ch und www.sopra.ch).
Krankheits- & Schädlingsprognose	Entwicklung und Verbesserung von Prognosemodellen für Krankheiten und Schädlinge (www.agrometeo.ch und www.sopra.ch).
Physiologieversuche	OEPP/EPPO 2000: EPPO Standards PP1/158(2): Regulation of growth in pome fruits
Physiologieversuche	OEPP/EPPO 2001: EPPO Standards PP1/208 (1): Regulation of growth of stone fruits
Sortenprüfungsversuche Kernobst	Prüfprotokoll des European Fruit Research Institutes Network (www.eufirin.org/Working Groups)
Qualité interne pomme, poire	Rossier J., Pfammatter W. & Aerny J., 1998. Détermination de la qualité interne des pommes à l'aide du laboratoire «

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

Der 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 Merkblättern und Flugschriften vermittelt. Valide, leistungsfähige und anwenderfreundliche Instrumente zur Entscheidungsunterstützung der Vollzugsorgane und der Obstbranche werden über die etablierten IT-Plattformen www.agrometeo.ch, www.sopra.ch, über die Agroscope Website (Betriebswirtschaftliche Tools unter [www.agroscope.admin.ch/Praxis/.../Support Obst Arbo](http://www.agroscope.admin.ch/Praxis/.../Support%20Obst%20Arbo) oder Sorteninformationen unter www.obstsorten.ch), über Mail und Fax (Pflanzenschutzbulletin), und im Rahmen von Betriebsnetzwerken und Lerngruppen zusammen mit Agridea (www.asaagrار.ch) zur Verfügung gestellt und weiterentwickelt. Geprüft wird fallweise die Entwicklung von Apps, Beispielsweise im Pflanzenschutzwarndienst.

3.2 Kunden

- Bundesamt für Landwirtschaft
- Kantonale Fachstellen für Obstbau
- gesamte Obstbranche (vertreten durch das Forum Kern- und Steinobst)
- Konsumenten und Gesellschaft.
- Das Projekt „Professionelle Produktion von Qualitätsobst“ unterliegt (wie bisher das ganze Extension-Projektportfolio) weiterhin der jährlichen Mitsprache des Forums Kern- und Steinobst und deckt viele eingebrachte Stakeholder-Anliegen ab.
- Im Prozess „Entscheidungsunterstützung im Obstbau“ soll das Forum Kern- und Steinobst Mitsprache bei der Weiterentwicklung des Angebots haben; das Projekt unterliegt aber nicht der jährlichen Evaluation und Priorisierung. Der Umfang bisheriger Dienstleistungsangebote in diesem Bereich wird reduziert und Möglichkeiten neuer Kooperationen, der Auslagerung oder Verrechnung solcher Angebote werden geprüft.

3.3 Nutzen

- Bundesamt für Landwirtschaft und Kantonale Fachstellen für Obstbau: Prüfung und Empfehlung zu Sorten und Unterlagen, zur Kulturführung und Anbautechnik, zur Behangregulierung, zu Einsatzstrategien von Pflanzenschutzmitteln unter Berücksichtigung von Resistenzmanagement und Verminderung von Umweltrisiken, Vollzugsunterstützung und Politikberatung. Grundlagen für die Düngung der Obstkulturen.
- Kantonale Fachstellen für Obstbau und Obstbranche: Schädlings- und Krankheitsprognosen für einen gezielten, nachhaltigen und wirtschaftlichen Pflanzenschutz. Praxisnahe und nachhaltige Lösungen für aktuelle Probleme im Obstbau, Beratungsunterlagen, Vollzugs- und Entscheidungsunterstützung (Tools, Fachtagungen und Publikationen).
- Konsumenten, Gesellschaft: Sichere Lebensmittel, optimale Fruchtqualität, Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und Schutz der Umwelt.

3.4 Impact

- Die Produktivität und Rentabilität im Schweizer Obstbau profitiert von der Forschung im Tätigkeitsfeld, das heutige Qualitätsniveau kann gehalten und punktuell noch gesteigert werden.
- Negative Auswirkungen der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln auf die Umwelt (Boden, Wasser, Fauna) können weiter gesenkt werden.
- Die Nachhaltigkeit im Schweizer Obstbau und das Vertrauen der Konsumenten in Früchte aus Schweizer Produktion steigen weiter, der Konsum von Schweizer Obst kann mindestens stabilisiert oder gesteigert werden.



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.13.4.2

Ressourcen schonende Anbausysteme im Obstbau

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Weiterentwicklung Ressourcen schonender Anbausysteme und Pflanzenschutzstrategien im Obstbau
Titel Originalsprache kurz	Ressourcen schonende Anbausysteme im Obstbau
Titel französisch	Développement de méthodes culturales et de stratégies phytosanitaires ménageant les ressources en arboriculture
Titel französisch kurz	Méthodes culturales ménageant les ressources en arboriculture
Titel englisch	Further development of environmentally friendly growing systems and plant protection strategies in top fruit
Title english short	Environmentally friendly top fruit growing systems
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Stefan Kuske ad interim
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	NN
Keywords	fruit growing, plant protection, pesticide residues, variety testing, disease resistance, orchard management, sustainability, life cycle assessment, profitability, fruit quality
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	12.1 Schutz / schonende Nutzung natürlicher Ressourcen

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Die Schweizer Obstbranche ist gefordert, sich in einem Markt mit offeneren Grenzen durch umwelt-schonende, innovative und wirtschaftliche Produktionsverfahren und eine hohe Fruchtqualität zu profilieren. Erfolgsentscheidend für die geforderte perfekte äussere und hohe innere Fruchtqualität ist nebst optimalen Kulturmassnahmen ein umweltfreundlicher, effizienter und gesetzeskonformer Pflanzenschutz.

In den letzten Jahren hat nebst herkömmlichen Qualitätsanforderungen die öffentliche Diskussion um Pflanzenschutzmittelrückstände auf Früchten /Nahrungsmitteln an Bedeutung gewonnen. Daraus er-

folgten auch Forderungen zur Rückstandsreduktion bis weit unter die gesetzlichen Vorgaben, bis hin zur Rückstandsfreiheit. Die Umsetzung solcher Forderungen kann Einschränkungen im Pflanzenschutz erfordern, die einer guten Pflanzenschutzpraxis zuwiderlaufen. Beispielsweise können Antiresistenzstrategien wie der alternierende Einsatz spezifisch wirkender Pflanzenschutzmittel erschwert und verunmöglicht werden.

Umweltverbände fordern zusätzliche Anstrengungen zum Schutz der Umwelt vor negativen Effekten chemischer Pflanzenschutzmassnahmen. Von Seiten des Gesetzgebers stellt die Re-Evaluation bewährter Wirkstoffe, die Anpassung von Höchstkonzentrationen und neue Abstandsauflagen die Obstproduktion vor weitere Herausforderungen. Und nicht zuletzt bringen die hohe globale Mobilität und die Klimaveränderung neue Krankheits- und Schädlingsprobleme mit sich.

Die Entwicklung krankheitsresistenter Sorten und neuer Pflanzenschutzmassnahmen wie Einnetzung oder biologische Kontrolle eröffnet neue Möglichkeiten, integrierte und biologische Anbausysteme hinsichtlich Schonung natürlicher Ressourcen weiter zu optimieren. Um der Vielfalt der beschriebenen Herausforderungen gerecht zu werden, wird eine systemorientierte Forschung und Entwicklung angestrebt unter Einbezug einer umfassenden Umweltverträglichkeits-, Wirtschaftlichkeits- und Qualitätsbeurteilung.

Das Tätigkeitsfeld baut auf bestehende Kernkompetenzen von Agroscope in der angewandten Forschung und Entwicklung und soll mit Drittmittelprojekten ergänzt werden. Es berücksichtigt Bedürfnisse von BLW, Kantonen und Obstbranche sowie aktuelle Anliegen von Konsumenten und Umweltverbänden. Ganz im Sinn des im Forschungskonzept 2013-16 angestrebten integrierten Ernährungssystems trägt das Tätigkeitsfeld mit einem interdisziplinären Ansatz am Modellsystem Obstbau einerseits zur besseren Schonung natürlicher Ressourcen bei und andererseits zur Versorgung der Schweizer Bevölkerung mit qualitativ hochstehenden und sicheren Früchten.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Die Schweizer Obstbranche ist gefordert, sich in einem Markt mit offeneren Grenzen durch umweltschonende, innovative und wirtschaftliche Produktionsverfahren und eine hohe Fruchtqualität zu profilieren. Erfolgsentscheidend für die geforderte perfekte äussere und hohe innere Fruchtqualität ist nebst optimalen Kulturmassnahmen ein wirksamer, wirtschaftlicher, umweltfreundlicher und gesetzeskonformer Pflanzenschutz.

In den letzten Jahren hat nebst herkömmlichen Qualitätsanforderungen die Diskussion um Pflanzenschutzmittelrückstände an Bedeutung gewonnen. Privatwirtschaftliche Forderungen, Pflanzenschutzmittelrückstände auf den Früchten weit unter die gesetzlichen Vorgaben (zulässige Höchstkonzentration) zu reduzieren, bis hin zum Wunsch nach Rückstandsfreiheit, können Einschränkungen im Pflanzenschutz erfordern, die einer guten Pflanzenschutzpraxis zuwiderlaufen (Einsatz und Alternierung spezifisch wirkender Pflanzenschutzmittel, Strategien zur Resistenzvermeidung) und die Wirtschaftlichkeit gefährden (Wirkungslücken, Qualitätsprobleme). Umweltverbände fordern zusätzliche Anstrengungen zum Schutz der Umwelt vor negativen Effekten chemischer Pflanzenschutzmassnahmen. Von Seiten des Gesetzgebers stellt die Harmonisierung der Pflanzenschutz-Gesetzgebung mit der EU (Re-Evaluation von Wirkstoffen, Anpassung von Höchstkonzentrationen und Abstandsauflagen) die Obstproduktion vor weitere Herausforderungen. Und nicht zuletzt bringen die hohe globale Mobilität und die Klimaveränderung neue Krankheits- und Schädlingsprobleme mit sich.

Um den aufgezeigten, vielfältigen Herausforderungen in einem veränderten Umfeld Rechnung tragen zu können, ist für die Vollzugsorgane und die Obstbaupraxis eine umfassende Weiterentwicklung Bio-

logischer und Integrierter Anbausysteme und Pflanzenschutzverfahren erforderlich. Sie muss begleitet werden durch Nachhaltigkeits- und Wirtschaftlichkeitsbewertungen, um Mehrwerte für die Stakeholder (Obstbranche, Gesetzgeber, Konsumenten, Umweltverbände, Gesellschaft) und Möglichkeiten einer positiven Produktdifferenzierung im Markt aufzuzeigen. Die Interaktionen zwischen Pflanzenschutz, Anbausystem, Sortenwahl, Boden und Kulturführung erfordern eine interdisziplinäre Bearbeitung der angesprochenen Themen.

2.2 Ziele

1. Durch Optimierung von vorbeugenden und direkten Pflanzenschutzmassnahmen und unter Einbezug resistenter Sorten und werden Ressourcen schonende Anbausysteme und Pflanzenschutzverfahren entwickelt. In Zusammenarbeit mit anderen Forschungsgruppen wird die Nachhaltigkeit, die Fruchtqualität, die Ressourcenschonung und die Wirtschaftlichkeit der neuen Systeme mit derjenigen von etablierten Systemen verglichen.
2. Akquisition von Fremdmitteln im Umfang von durchschnittlich mindestens 0.5 Stellenäquivalent jährlich (FP7, Interreg, KTI) gemeinsam mit anderen Forschungsgruppen sowie in Partnerschaft mit weiteren Forschungsinstitutionen, kantonalen Beratungsstellen, Verbänden, der Industrie und der Obstbranche.
3. Technologie- und Wissenstransfer zur Unterstützung einer Ressourcen schonenden, nachhaltigen, wettbewerbsfähigen und innovativen Qualitätsproduktion von Schweizer Obst mittels Fachtagungen, Vorträgen sowie wissenschaftlichen, technisch-wissenschaftlichen und praxisorientierten Publikationen. Nationale und internationale Vernetzung und Kompetenzpflege.
4. Die Stakeholder (BLW, Obstbranche, Umweltverbände, Konsumenten) beurteilen neue Konzepte und Lösungen als Fortschritt gegenüber dem Ist-Zustand. Die Ergebnisse fliessen ein in die Entscheidungsunterstützung der Vollzugsorgane und der Obstbranche (Bezug zu TF 14.13.4.1 und TF 14.19.1.1)

2.3 Literaturangaben

- Bünter M., Buchmann B., Bravin E., 2013. Gesunde Jungpflanzen – ein Schlüssel zum Erfolg. *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau* 149(2), 10-13.
- Höhn H., Naef A., Holliger E., Widmer A., Gölles M., Linder C., Dubuis P.-H., Kehrli P., Bohren C., 2012. Flugschrift Nr. 122, Pflanzenschutzempfehlungen für den Erwerbsobstbau 2012/2013. *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau* 148 (2), Beilage.
- Höhn H., Walder R., Mühlentz I., 2012. Kirschenfliegenbekämpfung – nicht nur mit Dimethoat. *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau* 148(9), 8-11.
- Kuske St., Babendreier D., Edwards P.J., Turlings T.C.J., Bigler F., 2004. Parasitism of non-target lepidoptera by mass released *Trichogramma brassicae* and its implication for the larval parasitoid *Lydelia thompsoni*. *BioControl* 49, 1-19.
- Kuske S., Schweizer C., Kölliker-Ott U., 2011. Mikrobielle Rapsglanzkäferbekämpfung: Erste Erfahrungen aus der Schweiz. *Agrarforschung Schweiz* 2 (10), 454-461.
- Mouron P., Heijne B., Naef A., Strassemeyer J., Hayer F., Avilla J., Alaphilippe A., Höhn H., Hernandez J., Mack G., Gaillard G., Solé J., Sauphanor B., Patocchi A., Samietz J., Bravin E., Lavigne C., Bohanec M., Golla B., Scheer C., Aubert U., Bigler F., 2012. Sustainability assessment of crop protection systems: SustainOS methodology and its application for apple orchards. *Agricultural Systems* 113, 1-15.
- Naef A., 2012. Low-residue apple production compared to IP and BIO production. In: 2nd symposium on horticulture in Europe - Book of Abstracts. ISHS, 170.
- Naef A., Mouron P., Höhn H., 2012. Nachhaltigkeitsbewertung von Pflanzenschutzstrategien im Apfelanbau. *Agrarforschung Schweiz* 2 (7-8), 334-341.
- Samietz J., Höhn H., 2010. Nachhaltig regulieren - Der Apfelwickler. *UFA-Revue* 10(10), 54-59.
- Speiser B., Stolze M., Oehen B., Gessler C., Weibel F.P., Bravin E., Kilchenmann A., Widmer A., Charles R., Lang A., Stamm Ch., Triloff P., Tamm L., 2012. Sustainability assessment of GM crops in a Swiss agricultural context. *Agronomy for Sustainable Development*. 32, 1-41.

2.4 Daten und Methoden

Durchführung und Auswertung von Obstanbauversuchen auf den Versuchsbetrieben von Agroscope in Wädenswil und in Wintersingen sowie auf Versuchsbetrieben von Partnern (z.B. Güttingen, BBZ Arenenberg) gemäss anerkannten Standards. Beurteilung der Nachhaltigkeit von Anbausystemen mit etablierten und noch zu entwickelnden Methoden:

Agroscope, 2013. Arbocost - Betriebswirtschaftliches Simulationsprogramm. Zugang: www.arbokost.agroscope.ch

Baroffio C., Richoz P., Fischer S., Kehrli P., Kuske S., Linder C., Samietz J., 2013. Überwachung *Drosophila suzukii* 2013: Material und Methoden. Agroscope, Conthey. 2 S.

Ciba-Geigy, 1981. Manual für Feldversuche im Pflanzenschutz. 4. überarbeitete und ergänzte Auflage. Ciba-Geigy AG, Basel. 205 S.

EPPO, 2012. Introduction to the efficacy evaluation of plant protection products. *EPPO Bulletin* **42** (3), 398–402.

EPPO, 2013. EPPO database on PP1 Standards. Zugang: <http://pp1.eppo.int/>

Galli P. und Höhn. H. 1992. Visuelle Kontrollen im Apfelanbau. 4. überarbeitete und ergänzte Auflage. IOBC, Montfavet Cedex. Frankreich, 104 S.

Mouron P., Aubert U., Heijne B., Naef A., Strassemeyer J., Hayer F., Gaillard G., Mack G., Hernandez J., Avilla J., Solé J., Sauphanor B., Alaphilippe A., Patocchi A., Samietz J., Höhn H., Bravin E., Lavigne C., Bohanec M., Bigler F, 2012. A Multi-attribute decision method for assessing the overall sustainability of crop protection strategies: A case study based on apple production in Europe. In: *Methods and Procedures for Building Sustainable Farming Systems*. (Ed. Marta-Costa A.A. & Silva E.). Springer. Berlin, 123-137.

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

Die Forschungsergebnisse werden in wissenschaftlichen Publikationen, Fachzeitschriften und an nationalen und internationalen Tagungen veröffentlicht. Der Wissenstransfer findet über Beratungsunterlagen und über Informationsveranstaltungen für Multiplikatoren (Obstbaufachstellen und Berater) statt.

3.2 Kunden

- Bundesamt für Landwirtschaft
- Kantonale Fachstellen für Obstbau, weitere Obstbauberater
- gesamte Obstbranche (vertreten durch das Forum Kern- und Steinobst)
- Konsumenten und Gesellschaft inkl. Umweltverbände

3.3 Nutzen

- Bundesamt für Landwirtschaft und Kantonale Fachstellen für Obstbau: Vollzugsunterstützung und Politikberatung für einen wirksamen, nachhaltigen, wirtschaftlichen und gesetzeskonformen Pflanzenschutz. Neue Erkenntnisse und Technologien tragen zur weiteren Verbesserung nachhaltiger, Ressourcen schonender Anbausysteme bei. Die umfassende Nachhaltigkeits- und Wirtschaftlichkeitsbeurteilung liefert Entscheidungsgrundlagen für Entscheidungsträger in Politik und Markt. Die bisherige Dualität von integrierten Anbausystemen einerseits und Bio-zertifizierten Anbausystemen andererseits wird deutlich durchlässiger. Praxistaugliche Empfehlungen zur Vermeidung oder zum optimalen Einsatz von Pflanzenschutzmittel-Anwendungen unter Berücksichtigung von Resistenzmanagement und der Verminderung von Umweltrisiken stellen die Umsetzung sicher.
- Konsumenten, Gesellschaft: Schonung natürlicher Ressourcen, Schutz der Umwelt, sichere Lebensmittel, optimale Fruchtqualität.

3.4 Impact

- Negative Auswirkungen der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln auf die Umwelt (Boden, Wasser, Fauna) können weiter gesenkt werden.
- Die Ressourcen-Schonung und Nachhaltigkeit im Schweizer Obstbau und damit das Vertrauen der Konsumenten in Früchte aus Schweizer Produktion steigen weiter. Der Konsum von Schweizer Obst kann mindestens stabilisiert oder gesteigert werden.



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.13.5.1

Nachhaltige Freilandproduktion von Qualitätsgemüse

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Optimierung der Produktion von Freilandgemüse unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeit und Qualität
Titel Originalsprache kurz	Nachhaltige Freilandproduktion von Qualitätsgemüse
Titre français	Optimisation de la production maraîchère durable de plein champ en respect avec la qualité des produits
Titre français court	Production durable de légumes de qualité en plein champ
Title english	Optimization of field vegetable crop production with respect to sustainability and product quality
Title english short	Sustainable production of field vegetables
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Reto Neuweiler
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Ute Vogler
Keywords	Vegetable growing, field vegetables, sustainability, plant protection, fertilization
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	11.2 Pflanzenproduktionsmethoden

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Im Rahmen dieses Tätigkeitsfeldes werden nachhaltige Anbau- und Pflanzenschutzstrategien im Freilandgemüsebau entwickelt und Lösungen zu aktuellen Problemen erarbeitet. Dabei werden in erster Linie Aufträge des Bundesamtes für Landwirtschaft (BLW) und Anliegen der Gemüsebranche berücksichtigt. Letztere werden vom „Forum Forschung Gemüse (FFG)“ jährlich gesammelt und priorisiert. Derzeit machen Pflanzenschutzprobleme den grössten Anteil der vom FFG an die FG 13.5 herangefragten, zu bearbeitenden Projektanträge aus.

Alternative Bekämpfungsstrategien gewinnen neben dem direkten Pflanzenschutz stark an Bedeutung, da sie auf den Ernteprodukten keine Rückstände hinterlassen und überwiegend auch im biologi-

schen Anbau anwendbar sind. Die bereits vorliegenden Erfahrungen zeigen, dass die Bodengesundheit und der Gesundheitszustand von Saatgut und Jungpflanzen einen erheblichen Einfluss auf das Auftreten von boden- und samenbürtigen Schaderregern haben. Die Weiterentwicklung von vorbeugenden Massnahmen gegen bodenbürtige Krankheiten und die Optimierung der thermischen Saatgutdesinfektion können daher im Gemüsebau einen wesentlichen Beitrag zur Verminderung des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln leisten.

Das Auftreten von Schädlingen ist in hohem Masse vom Vorhandensein von Wirtspflanzen abhängig. Das Verständnis des Verhaltens der Schädlinge in unterschiedlichen Agrarökosystemen ermöglicht eine Optimierung von Bekämpfungsmassnahmen. Ein überregionales Monitoring-Netzwerk zum zeitlichen und räumlichen Auftreten von bereits verbreiteten und neuen Schaderregern im Gemüsebau ergänzt durch einen kompetenten Diagnosedienst trägt zu einem gezielteren und sparsameren Einsatz von Pflanzenschutzmitteln bei. Wesentliche Einsparungen beim Einsatz von Pflanzenschutzmitteln werden durch eine kulturangepasste Applikationstechnik erreicht, die bei verschiedenen Gemüsearten weiter optimiert werden kann.

Gemüsekulturen reagieren erhöht empfindlich auf Unkrautkonkurrenz. Die Neuentwicklung von ganzheitlichen Bekämpfungskonzepten, welche auch mechanische und physikalische Methoden beinhalten, die aus ökonomischer Sicht vertretbar sind, steht im Vordergrund. Die Früherkennung von neuen Problemunkräutern und das rechtzeitige Ergreifen von Kultur- und Bekämpfungsmethoden zur Verhinderung von deren weiteren Ausbreitung auf gemüsebaulich genutzten Flächen sind grundlegend.

Die Vielfalt an Gemüsearten mit flächenmässig geringer Verbreitung ist beachtlich. Bei zahlreichen sogenannten Kleinkulturen fehlen nach wie vor geeignete bewilligte Pflanzenschutzmittel zur Bekämpfung von Schaderregern, die sich mit vorbeugenden, nicht-chemischen Massnahmen allein nicht unter Kontrolle halten lassen. Bei hoch priorisierten Pflanzenschutzproblemen dieser Art (= Lückenindikationen) wird durch gezielte Abklärungen und Versuchsaktivitäten der Bewilligungsprozess für geeignete Pflanzenschutzmittel unterstützt. Die auf dem Gebiete des direkten Pflanzenschutzes gesammelte Fachexpertise ermöglicht es den Forschenden der FG 13.5 ihre Expertenfunktion im Rahmen des Bewilligungsprozesses für Pflanzenschutzmittel des BLW kompetent zu erfüllen.

Im Gemüsebau hat die Nährstoffversorgung einen grossen Einfluss auf die Qualitäts- und Ertragsbildung. Die Erarbeitung und Überprüfung von Düngungsnormen im Zusammenhang mit Neuerungen im Anbau sowie die periodische Aktualisierung der offiziellen Beratungsgrundlagen für die Düngung liegen im Interesse der Gemüsebaupraxis und des BLW. Aspekte des Gewässerschutzes werden dabei mitberücksichtigt.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Die Anforderungen des Handels und der Konsumenten an die Produktequalität von Gemüse sind hoch. Diese zu erfüllen ist für die Gemüseproduzenten eine grosse Herausforderung. Eine optimierte Pflanzenernährung ist eine Grundvoraussetzung dafür. Zudem müssen bei verschiedenen Gemüsearten bis in fortgeschrittene Kulturstadien noch Pflanzenschutzmassnahmen durchgeführt werden, um auf dem Ernteprodukt Schadsymptome von Krankheiten und Schädlingen zu verhindern. Dabei stellt sich die Frage von nachweisbaren Pflanzenschutzmittelrückständen im Ernteprodukt, die von den Konsumenten und vom Handel allgemein sehr kritisch betrachtet werden.

In der Gemüsebaupraxis ist daher das Interesse an der Weiterentwicklung von vorbeugenden Bekämpfungsstrategien gross. Um Pflanzenschutzbehandlungen gezielt durchführen zu können, ist der Gemüseproduzent auf Informationen zum aktuellen Befallsdruck von spezifischen Krankheitserregern und Schädlingen angewiesen. Eine kulturangepasste Applikationstechnik lässt weitere Einsparungen beim Einsatz von Pflanzenschutzmitteln zu.

Eine besondere Herausforderungen im Gemüsebau ist die Unkrautbekämpfung. Nicht-chemische

Massnahmen gewinnen stark an Bedeutung. Zudem müssen Strategien zur Verhinderung der weiteren Ausbreitung von Problemunkräutern in Gemüsebaubetrieben entwickelt werden.

Als Folge der hohen Vielfalt an verschiedenen Gemüsearten mit zum Teil geringer flächenmässiger Verbreitung ist die aktuelle Bewilligungssituation von Pflanzenschutzmitteln bei verschiedenen Gemüsearten nicht ausreichend, um wichtige Schaderreger wirksam zu bekämpfen. Die Gemüsebaupraxis ist daher auf die fachliche Unterstützung und die Versuchstätigkeit der FG 13.5 bei der Suche nach möglichen Lösungen angewiesen, die anschliessend im Rahmen des Bewilligungsprozesses für Pflanzenschutzmittel BLW nach Möglichkeit neu zugelassen werden.

Die Nährstoffversorgung hat bei den meisten Gemüsearten einen massgeblichen Einfluss auf die Produktequalität und den Ertrag. Bei der Düngungsbemessung ist die Gemüsebaupraxis auf laufend aktualisierte Beratungsunterlagen angewiesen, die vom Bundesamt für Landwirtschaft anerkannt und im „ökologischen Leistungsnachweis“ verbindlich sind. Eine gezielte Wasserversorgung der Kulturen gewinnt derzeit unter den Gesichtspunkten Ressourcenschonung und Qualität des Bewässerungswassers zunehmend an Bedeutung. Obwohl sich die Erwartungen der Gemüsebranche hinsichtlich Anbautechnik sowie der Sortenentwicklung und Sortenprüfung an die FG 13.5 in Grenzen halten, treten an der Schnittstelle zum Pflanzenschutz sporadisch Fragen zu Anbautechniken und Sorten auf.

Neben öffentlichen Amtsstellen fragen verschiedene Gremien der Gemüsebranche die Expertise der Forschenden der FG 13.5 nach. Bei der Ausarbeitung von Vorschlägen zur Anpassung von IP-Richtlinien (Sagöl) und im Rahmen des Rückstandsmonitorings auf Ernteprodukten (SWISSGAP) hat die FG 13.5 einen wesentlichen Input zu leisten. Die im praktischen Gemüseanbau auftretenden Probleme, die eine forschungsmässige Bearbeitung erfordern, sind sehr vielgestaltig. Die Entwicklung von Lösungen auf der gesamten Breite ist angesichts der begrenzt dafür zur Verfügung stehenden Ressourcen unrealistisch. Die Praxisanliegen werden daher vom Forum Forschung Gemüse gesammelt und unter Berücksichtigung ihrer Relevanz und Priorität zur Bearbeitung an die FG 13.5 weitergeleitet.

2.2 Ziele

Im Folgenden werden die einzelnen Ziele den beiden geplanten Projekten zugeordnet dargelegt.

Verbesserung der Nachhaltigkeit in der Freilandproduktion von Qualitätsgemüse

1. Weiterentwicklung von integrierten Strategien zur direkten Bekämpfung von Krankheiten und Schädlingen bei pflanzenschutzmässig anspruchsvollen Kulturen, die neben dem chemischen Pflanzenschutz auch alternative Methoden beinhalten.
Nach Möglichkeit Beurteilung von verschiedenen Strategien hinsichtlich ihres Effektes auf die Entstehung von nachweisbaren Pflanzenschutzmittelrückständen im Ernteprodukt, sofern die notwendigen Finanzen für externe Analyseleistungen zur Verfügung stehen (Wunschziel).
2. Prüfung von vorbeugenden, nicht-chemischen Kulturmassnahmen, wie sie vor allem im Bioanbau im Vordergrund stehen, auf ihre Wirksamkeit und Praxistauglichkeit. a.) Beurteilung von verschiedenen Kulturfolgen und Zwischenbegrünungen hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf den Befallsdruck von bodenbürtigen Krankheiten und Schädlingen im Gemüsebau. b.) Abklärung der Wirkung von Komposten und anderen organischen Düngemitteln auf die Bodengesundheit und –qualität. c.) Optimierung der Saatgutdesinfektion mit belüftetem Dampf bei den Hauptgemüsearten zur Bekämpfung von samenbürtigen Krankheiten.
3. Entwicklung und Prüfung von alternativen Methoden der Unkrautbekämpfung (mechanisch, thermisch und Mulching) unter Berücksichtigung von wirtschaftlichen Aspekten.
4. Entwicklung von Bekämpfungsstrategien zur Verhinderung der weiteren Ausbreitung der Problemunkräuter Erdmandelgras und Waldsumpfkresse auf gemüsebaulich genutzten Flächen.

Erarbeitung von Entscheidungshilfen für Amtsstellen und Gremien von Bund und Kantonen sowie für den produzierenden Gemüsebau

5. Die FG 13.5 erhält die Fachkompetenz auf dem Gebiete der Düngung im Freilandgemüsebau und baut sie auf dem Gebiete der Bewässerung aus. Im Falle von offenen Fragen zu Düngungsnormen werden bei Bedarf Feldversuche durchgeführt. Dabei werden Aspekte der Produktequalität und Wirtschaftlichkeit mitberücksichtigt.
6. Das Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) und andere Bundesämter erhalten von der FG 13.5 im Zusammenhang mit der Festlegung und Überprüfung von Düngungsnormen im Gemüsebau fundierte Fachexpertisen als Entscheidungsgrundlage.
7. Die FG 13.5 leistet ihren Beitrag bei der Überarbeitung und Erneuerung von nationalen Beratungsunterlagen zur Düngung.
8. Abklärung von Pflanzenschutzaspekten im Rahmen eines vom BAFU mitfinanzierten Drittmittelprojektes zum Thema „gezielte Bewässerungssteuerung“.
9. Entwicklung von Lösungsansätzen und Lösungen zu den wichtigsten Anbau- und Pflanzenschutzproblemen der Schweizer Gemüsebranche.
Das „Forum Forschung Gemüse“ übernimmt bei der jährlichen Festlegung der Projektthemen (Extensionprozess) eine Filter- und Vermittlerfunktion zwischen Praxis, Beratung und Forschung. Bei der Bearbeitung der einzelnen Projektthemen werden die Anliegen der Allgemeinheit und der Konsumenten mitberücksichtigt.
10. Neben Anliegen des konventionellen und integrierten Gemüseanbaus fliessen auch solche des Bioanbaus ins Projektportfolio der FG 13.5 ein.
11. Förderung eines gezielten Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln durch die Aufrechterhaltung eines gesamtschweizerischen Netzwerkes für das Monitoring von wichtigen Schädlingen und Krankheiten im Gemüsebau, das dem einzelnen Gemüseproduzenten eine optimale Terminierung von Pflanzenschutzbehandlungen erleichtert (Warndienst). Regelmässige Information der Gemüseproduzenten zur jeweils aktuellen Befallssituation.
12. Im Falle des Auftretens von neuen Schaderregern, die sich in der Schweiz auszubreiten drohen, Neuausrichtung und Erweiterung des Monitorings. Entwicklung und Anwendung einer zweckmässigen Diagnostik, damit neue Schaderreger und solche, die von kantonalen Beratungsstellen nur schwer zu identifizieren sind, kompetent bestimmt werden können.
13. Unterstützung der Gemüsebranche bei der Optimierung der Applikationstechnik in Problemkulturen, damit die Wirksamkeit von Pflanzenschutzmitteln weiter verbessert werden kann.
14. Bei kulturspezifischen Pflanzenschutzproblemen, zu deren Entschärfung weder vorbeugende Massnahmen ergriffen werden können noch wirksame bewilligte Pflanzenschutzmittel zur Verfügung stehen (Lückenindikationen), führt die FG 13.5 die notwendigen Vorabklärungen durch und realisiert bei Bedarf Wirksamkeitsversuche. Diese Aktivitäten tragen zur Schliessung solcher Indikationslücken durch die Neubewilligung von geeigneten Pflanzenschutzmitteln bei.
15. Auf den Gebieten der Anbautechnik sowie der Sortenentwicklung und Sortenprüfung wird die Fachkompetenz so weit erhalten, dass vom „Forum Forschung Gemüse“ hoch priorisierte Problemstellungen dieser Art sowie Anfragen des BLW kompetent bearbeitet werden können.
16. Unterstützung der FG 31.2 bei der Bearbeitung von Problemstellungen zur Erhaltung der Produktequalität nach der Ernte.
17. Die im Rahmen der Forschungstätigkeit der FG 13.5 erarbeiteten neuen Erkenntnisse sowie Aktualitäten und Änderungen in der Bewilligungssituation werden den Gemüsebauberatern und Gemüseproduzenten in Form eines regelmässig erscheinenden Rundschreibens kommuniziert. Über diesen Informationskanal werden der Schweizer Gemüsebranche auch wichtige neue Erkenntnisse und Entwicklungen im Ausland zugänglich gemacht.
18. Die FG 13.5 wirkt bei der Ausarbeitung von Richtlinien für die integrierte Gemüseproduktion (Sagöl) aktiv mit und unterstützt das Expertensystem des Rückstandsmonitorings SWISSGAP.

2.3 Literaturangaben

Baur R., Sauer C., Krauss J. & Keller M, 2009. Carrot fly (*Psila rosae*) control in Switzerland? Current strategies and prospective developments. Bulletin OEPP-EPPO 39, 134-137.

- Baur R., Heller W. & Neuweiler R., 2006. Lückenindikationen: Weitere Erfolge sichtbar. Der Gemüsebau 5/2006, 5.
- Baur R., Ladner J. & Bertschinger L., 2005. Praxisnahe Extension für den Schweizer Obst- und Gemüsebau. *AGRARForschung* 12 (5), 196-201.
- Buser H. & Heller W., 2010: Basilikum-Saatgut mit belüftetem Dampf desinfizieren. Der Gemüsebau 6/2010, 20.
- Fähndrich S., Vogler U. & Kölliker-Ott U., 2011. Drahtwürmer – Möglichkeiten der Regulierung. Merkblatt Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CH-8820 Wädenswil, 5 S.
- Heller W., 2012. A new method of quantitative detection of *Chalara elegans* and *C. thielavioides* in soils using carrot discs. *Journal of Plant diseases and Protection* 119, (5/6), 169 - 173.
- Heller W., 2011: Untersuchungen der Einflüsse von Kulturen und Gründüngungen auf die Populationsdichte von *Chalara elegans* im Boden. Merkblatt Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CH-8820 Wädenswil, 8 S.
- Neuweiler R. & Total R., 2013. Erdmandelgras: Wehret den Anfängen. *Landfreund* 1/2013, 32 - 34.
- Neuweiler R., 2011. Düngung im Gemüsebau. Flugschrift Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW, CH-8820 Wädenswil, 26 S.
- Reif C., Arrigoni E., Neuweiler R., Baumgartner D., Nyström L. & Hurrell R.H., 2012. Effect of Sulfur and Nitrogen Fertilization on the Content of Nutritionally Relevant Carotenoids in Spinach. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 60, 5819 - 5824.
- Rüegg J & Total R., 2010. Mehr Effizienz im Pflanzenschutz dank verbesserter Applikationstechnik. Sonderheft Möhre der Monatsschrift - Magazin für den Gartenbau-Profi 2010, 25 - 27.
- Sauer C., Lucia N., Buser H. & Vogler U., 2011. Bedeutung und Verbreitung des neuen Biotyps Nr:1 der grossen Salatlaus in der Deutschschweiz. *Agrarforschung Schweiz* 2 (10), 462 - 469.
- Schmon R. & Vogler U., 2012. Temporal patterns of the abundance of the cabbage root fly (*Delia radicum*, *Diptera: Anthomyiidae*). In 58. Deutsche Pflanzenschutztagung Braunschweig. Hrsg. Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, Quedlinburg, Arno Brynda GmbH, Berlin, 429.

2.4 Daten und Methoden

Die der Forschungstätigkeit der FG 13.5 zugrundeliegenden Feldversuche werden a.) auf dem Agroscope-eigenen Gemüsebauversuchsbetrieb am Standort Wädenswil sowie b.) auf kooperativen Privatbetrieben in verschiedenen Hauptanbauregionen der Schweiz realisiert. Zu diesem Zwecke wird ein neuzeitlicher professioneller Maschinen- und Gerätepark benötigt, der bei Bedarf auch über weitere Strecken verschoben werden kann. Je nach Versuchsfrage fallen Pflanzen- und Bodenproben an, die auf einzelne Nährstoffe oder auf Rückstände von Pflanzenschutzmitteln untersucht werden müssen. Sofern Agroscope-intern die für diese Analyseleistungen erforderlichen Einrichtungen und Ressourcen fehlen, so werden Proben dieser Art zertifizierten Laboratorien zur Analyse übertragen.

Die wichtigsten von der FG 13.5 in der Projektplanung und Versuchstätigkeit angewandten Standardmethoden können in Org Data unter dem folgenden Link eingesehen werden:

Q:\2_Recherche\04_AP-PA\AP2012-13\06_Methoden.

In diesem Ordner sind folgende Methoden detailliert beschrieben:

01.16.07.49_FFG_Prozess_Vers2009: Ablauf des Prozesses des Forums Forschung Gemüse von der Eingabe von Projektideen über die Priorisierung bis zur Evaluation der Projektergebnisse.

01.16.07.49_BLW-PSM_Grundsätze_experimentell_Praxis: Richtlinien zur Anlage, Durchführung und Auswertung von Versuchen zur Prüfung der Wirksamkeit von PSM.

01.16.07.49_BLW-Weisung_Versuche_nichtzugelassen_PSM: Weisung des BLWs zur Durchführung von Versuchen mit in der Schweiz noch nicht zugelassenen Pflanzenschutzmitteln.

01.16.07.49_DATAphyto_Anleitung_Bewirtschaftung: Technische Hinweise zum Aufbau der PSM-Webdatenbank DATAphyto.

01.16.07.49_DATAphyto_Anleitung_PSM-Manager: Anleitung zum Unterhalt und zur Aktualisierung der PSM-Webdatenbank DATAphyto.

Darüber hinaus stützen sich die Versuchsarbeiten der FG 13.5 auf die folgenden im übrigen landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Versuchswesen häufig zur Anwendung kommenden Methoden und Richtlinien ab:

Versuchstechnik allgemein: Montgomery D.C., 2008. Design and analysis of experiments. John Wiley & Sons, pp. 680.

Planung und Durchführung von Feldversuchen: Thomas E., 2006. Feldversuchswesen. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, pp. 383.

Pflanzenschutzversuche: Standards zur praktischen Durchführung von Pflanzenschutzversuchen: Syngenta International AG, 2004: Manual for Field trials in crop protection (4th edition)

Wirkungsversuche Pflanzenschutzmittel: Generelle sowie kultur- und schaderregerspezifische Standards zur guten experimentellen Praxis: <http://pp1.eppo.org/>

Diagnostik von Proben: Anonymus, 2006. Documentation and reporting on a diagnosis: Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 36, 459-460.

Bodenprobenahme, Bodenanalyse: Eidg. Forschungsanstalten, 1996. Schweiz. Referenzmethoden der Eidg. Landwirtschaftlichen Forschungsanstalten. Band 1: Boden- und Substratuntersuchungen zur Düngeberatung.

Fallenüberwachung und Kulturkontrolle für die Prognose von Schaderregern im Gemüsebau:

Freuler et al., 1991. Kontrollmethoden und Anwendung von Schadschwellen für die Schädlinge im Freilandgemüsebau. Landwirtschaft Schweiz Band 4 (7), 341-364.

Sauer C. & Fischer S., 2007. Die Möhrenfliege (*Psila rosae*).

http://www.agroscope.admin.ch/data/publikationen/12788446_M_Moehrenfliege_d.pdf

Gebelein D. et al. 2005. SWAT: Ein Simulationsmodell für Kleine Kohlflyge, Möhrenfliege und Zwiebelfliege. Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Institut für Pflanzenschutz im Gartenbau in Braunschweig (D).

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

Expertisen und Stellungnahmen zuhanden des BLWs: Erarbeitung von Entscheidungsgrundlagen zuhanden der BLW-Gremien, welche Düngungsnormen festlegen und anpassen. Mitarbeit bei der Erstellung von Beratungsgrundlagen für die Düngung auf nationaler Ebene.

Sitzungen des Forums Forschung Gemüse: Jährliche Orientierung der Gemüsebranche über die in den einzelnen Projektjahren gesammelten Versuchserfahrungen. Jährliche Feinjustierung des Portfolios der Extensionprojekte.

Nationale und internationale Fachtagungen für den Gemüsebau. Die FG 13.5 informiert Berater- und Produzentenkreise anlässlich von Agroscope-internen und externen praxisorientierten Fachtagungen.

Wissenschaftliche Veranstaltungen: Beiträge auf wissenschaftlichem Niveau zu spezifischen Themen, die von der FG 13.5 vertieft bearbeitet werden.

Praxiszeitschriften: Publikation von praxis-relevanten Versuchsergebnissen in nationalen und internationalen Fachzeitschriften: „Der Gemüsebau“, diverse andere gartenbauliche und landwirtschaftliche Praxis-Zeitschriften im In- und Ausland.

Agroscope-eigene Merkblätter und Flugschriften: Zu Projektthemen, zu denen die FG 13.5 eigene Erkenntnisse erarbeitet hat, werden in sich geschlossene Beratungsunterlagen erstellt. Diese werden über die Homepage von Agroscope sowie andere internationale Informationssysteme (z.B. Hortigate) verbreitet.

Warndienst-Rundschreiben: Information der Gemüsebaupraxis und –beratung über Aktualitäten und erhöht praxisrelevante Versuchsergebnisse im Rundschreiben der FG 13.5, der GemüsebauInfo.

Publikationen in referierten Zeitschriften: Veröffentlichung von aussagekräftigen Resultaten aus wissenschaftlich auswertbaren Untersuchungen in wissenschaftlichen Zeitschriften.

3.2 Kunden

Öffentliche Ämter: Bundesamt für Landwirtschaft (BLW), Bundesamt für Umwelt (BAFU), diverse kantonale Amtsstellen

Kantonale und Regionale Fachstellen für den Gemüsebau

Branchenorganisationen: Verband Schweizer Gemüseproduzenten (VSGP), Schweizer Zentralstelle für Gemüsebau (SZG), Forum Forschung Gemüse (FFG)

Gemüseproduzenten

Lagerhalter und Handelsbetriebe

Konsumenten, Steuerzahler

3.3 Nutzen

- **Bundesämter und -behörden:** Entwicklung von umweltverträglichen und nachhaltigen Anbau-, Düngungs- und Pflanzenschutzstrategien. Die erarbeiteten Erkenntnisse dienen den öffentlichen Ämtern und Behörden bei der Festlegung von Richtlinien und im Vollzug als Entscheidungsgrundlagen.
- **Kantonale Fachstellen:** Die Ergebnisse aus der Forschungstätigkeit und dem Pflanzenschutzwarndienst der FG 13.5 fliessen in verschiedene Formen von Beratungsunterlagen und Publikationen ein oder werden auch anlässlich von Beratertagungen präsentiert. Sie stehen den regionalen Fachstellen bei ihrer Beratungstätigkeit und im Vollzug zur Verfügung. Die kantonalen Fachstellen werden bei Bedarf bei der Realisierung von regionalen gemüsebaulichen Projekten unterstützt.
- **Branchenorganisationen:** Die FG 13.5 unterstützt den Verband Schweizer Gemüseproduzenten (VSGP) und den Verein SWISSGAP bei der Entwicklung von neuen Produktionsrichtlinien und im Vollzug mit Fachexpertisen und Stellungnahmen.
- **Gemüseproduzenten:** Die von der FG 13.5 erarbeiteten Forschungsergebnisse tragen zur Lösung von prioritären Anbau- und Pflanzenschutzproblemen in der Gemüsebaupraxis bei. Diese Informationen werden den Gemüseproduzenten über das Agroscope-eigene Rundschreiben „GemüsebauInfo“ und in verschiedenen praxisorientierten Fachzeitschriften sowie im Rahmen von Fachtagungen kommuniziert. Die FG 13.5 leistet einen wesentlichen Beitrag zur beschleunigten Schliessung von bedeutenden Indikationslücken und trägt auf diese Weise zu einer aus ökologischer und wirtschaftlicher Sicht vertretbaren Bewilligungssituation für Pflanzenschutzmittel bei.
- **Gemüsehandel und Konsumenten:** Verbesserte Anbau- und Pflanzenschutzstrategien tragen zu einer Erhöhung der inneren und äusseren Qualität von Schweizer Gemüse bei. Es wird auf eine weitergehende Reduktion von Pflanzenschutzmittelrückständen in den Ernteprodukten hingearbeitet. Darüber hinaus werden Anbaustrategien entwickelt, die den Umweltauflagen und der Schonung der natürlichen Ressourcen so weit wie möglich Rechnung tragen.

3.4 Impact

Die Aktivitäten im Rahmen dieses Tätigkeitsfeldes tragen wesentlich zu einer nachhaltigeren Gemüseproduktion im Freiland und einer Verbesserung der inneren und äusseren Qualität von Schweizer Gemüse bei. Die Weiterentwicklung von vorbeugenden Kulturmassnahmen und die Erhöhung der Wirksamkeit von direkten Pflanzenschutzmassnahmen ermöglichen einen gezielteren und sparsameren Einsatz von Pflanzenschutzmitteln.

ren Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und damit verbunden eine Reduktion der in Schweizer Gemüse nachweisbaren Rückstände von Pflanzenschutzmitteln. Die Schweizer Gemüsebranche erhält Lösungsansätze zu den aktuellen Anbau- und Pflanzenschutzproblemen von erhöhter Relevanz. Die Versuchserfahrungen der FG 13.5 ermöglichen eine Verbesserung der wirtschaftlichen Situation der Schweizer Gemüseproduzenten und erhöhen deren Wettbewerbsfähigkeit gegenüber den ausländischen Konkurrenten. Die FG 13.5 wird in gartenbauwissenschaftlichen Kreisen als internationaler Partner wahrgenommen. Daraus ergeben sich wertvolle Synergien für die Schweizer Gemüsebauberatung und Gemüseproduktion.



Description du champ d'activité 14.14.1.1

Production durable et de qualité sous serre

1 Vue d'ensemble

1.1 Données de base

Titre original	Cultures maraîchères sous serre: amélioration de l'efficacité de la production et de la qualité
Titre original abrégé	Production durable et de qualité sous serre
Titre anglais	Vegetable crops in glasshouse: improvement of production efficiency and the quality
Titre anglais abrégé	Sustainable quality production in the greenhouse
Titre allemand	Gemüseproduktion im Gewächshaus: Verbesserung der Effizienz und der Qualität
Titre allemand abrégé	Nachhaltige Qualitätsproduktion im Gewächshaus
Responsable du champ d'activité	Gilli, Céline
Responsable délégué du champ d'activité	Camps, Cédric
Mots-clés	Energy saving, sustainable production, biological control, soil diseases, product quality
Début	2014
Durée	4 ans
Contribution au thème central*	11.2 Pflanzenproduktionsmethoden, Pflanzenschutz

* Les pôles thématiques font partie du mandat de prestations. Chaque pôle thématique comprend 3 à 4 thèmes centraux.

1.2 Résumé

Les cultures sous serre sont des cultures à forte valeur ajoutée qui nécessitent des investissements importants. Pour rester concurrentielle la production suisse doit miser sur la qualité, tout en stabilisant ses coûts de production. Elle doit aussi prendre en compte les préoccupations environnementales grandissantes des citoyens. Différentes thématiques peuvent être travaillées pour y parvenir. Tout d'abord, l'efficacité énergétique doit être améliorée. Des travaux sur la déshumidification devraient apporter des réponses quant aux réductions de consommation d'énergie possibles. Selon les possibilités de partenariat, des solutions innovantes pour économiser de l'énergie en serre pourront être testées (matériaux de couverture innovants, système de déshumidification). Les pertes liées aux mala-

dies et aux ravageurs doivent également être réduites. Pour cela, des travaux seront conduits sur la lutte contre les maladies du sol (engrais vert, greffage), sur la lutte contre les maladies aériennes (comme botrytis et oïdium) et les ravageurs (tels que les acariens). L'effet de ces différentes techniques culturales (gestion de l'humidité, engrais vert, greffage) sur la qualité organoleptique et nutritionnelle des légumes fruits devra être cerné.

2 Plan de recherche / Description du champ d'activité

2.1 Problématique / Objet

Les cultures sous serre nécessitent une forte technicité et un fort niveau d'investissement. Elles sont intensives, principalement en raison de la maximisation de la production par rapport aux facteurs de productions tels que la main d'œuvre, le matériel, les intrants divers. Afin de maximiser la production, elles utilisent des techniques pointues: cultures sur substrat, chauffage, éclairage artificiel et enrichissement en CO₂, qui ne sont pas employées, pour le moment, dans les autres systèmes agricoles. Mais cette intensification influe directement sur leur impact environnemental et est parfois controversée. D'un autre côté, la serre possède des avantages indéniables: possibilité de développer la lutte biologique, bonne efficacité de l'eau et réduction des pollutions minérales en cultures sur substrat recyclées, réduction des traitements insecticides par l'utilisation de la lutte biologique. Dans un contexte d'amélioration des performances environnementales, des recherches sont nécessaires afin de trouver un équilibre entre intensification et impact environnemental. L'efficacité peut être améliorée de deux manières soit en réduisant les intrants et en conservant les mêmes rendements et la même qualité de produit, soit en augmentant les rendements, tout en utilisant les mêmes ressources. Dans tous les cas, l'effet sur la qualité analytique et nutritionnelle des légumes doit être mesuré.

Efficiences des ressources

- **Energie:** au niveau de la limitation des ressources, le facteur le plus impactant du point de vue environnemental, en cultures sous serre, est le chauffage. De nombreuses recherches sur ce thème sont réalisées au niveau mondial. Mais la politique énergétique du pays et les conditions régionales sont déterminantes pour ce type de travaux. Les conduites économes en énergie telles que l'intégration de température ou l'utilisation prolongée d'écrans thermiques ont été testées par Agroscope. Elles ont permis une économie d'énergie de 15 à 30% selon les cultures. Il est apparu que l'humidité excessive pouvait être un problème dans ce type de conduite. Des travaux sur l'intérêt de la déshumidification thermodynamique ont débuté en 2013, ils seront poursuivis les prochaines années. Selon les possibilités de partenariat, des solutions innovantes pour économiser de l'énergie en serre pourront être testées (matériaux de couverture innovants, système de déshumidification).
- **Engrais:** en ce qui concerne la limitation des pollutions minérales, la rédaction des normes de fumure est un des outils pour les limiter.
- **Produits phytosanitaires:** la limitation de leur utilisation et/ou l'emploi d'agents de lutte biologique sont des moyens pour réduire l'impact environnemental des cultures sous serre.

Limitation des pertes liées aux maladies et ravageurs

L'amélioration des rendements passe entre autre par la réduction des pertes liées aux stress biotiques (maladies aériennes et telluriques, ravageurs) et abiotiques.

Les problématiques liées au sol (maladies, pertes de fertilité, nématodes), aux maladies aériennes (botrytis, oïdium) et aux ravageurs (comme les acariens) demeurent un problème conséquent en serre où les rotations culturales sont très limitées.

- **Maladies du sol:** une des solutions pour réduire les maladies du sol est de cultiver sur substrat. Mais elle ne convient pas à tous et notamment aux producteurs en agriculture biologique. C'est

pourquoi une partie des essais seront réalisés dans une serre conduite selon les exigences de l'agriculture biologique. En effet, l'agriculture biologique peut être considérée comme source d'innovation et les recherches réalisées pour l'agriculture biologique peuvent permettre d'acquérir des connaissances applicables en agriculture conventionnelle. Dans un contexte de réduction de l'utilisation des pesticides de synthèse, l'utilisation d'agent de lutte biologique sera favorisée.

- **Greffage:** une autre voie pour limiter l'impact des maladies et des stress abiotiques est d'utiliser des porte-greffes et/ou des variétés tolérantes. Or les bases biologiques sous-jacentes au greffage sont quasiment inconnues, ce qui limite l'utilisation efficace du greffage. Afin de mieux orienter le choix d'un porte-greffe et la sélection des porte-greffes futurs, il est indispensable d'approfondir nos connaissances sur les bases biologiques et agronomiques de cette technique.
- **Forum:** les demandes du Forum Recherche Légumes concernent largement le thème de la protection des végétaux. Parmi les thèmes récurrents en cultures sous serre, se trouvent la lutte contre les maladies aériennes comme l'oïdium et la lutte contre les acariens.
- **Diagnostic:** parallèlement à la recherche de solutions, le diagnostic doit pouvoir être assuré.

Qualité des plants et des légumes fruits

Les stratégies visant à économiser l'énergie implique une adaptation des paramètres climatiques (température et humidité relative) qui peuvent s'avérer ne plus être optimales pour le maintien de la qualité des tomates. En sol, des contraintes liées aux maladies des racines et des contraintes abiotiques (salinité, carences nutritionnelles, etc.) peuvent s'ajouter aux contraintes climatiques. L'ensemble de ces contraintes doit être maîtrisé afin de ne pas avoir d'effet négatif sur la construction de la qualité finale des fruits.

2.2 Objectifs

Les objectifs de ce champ d'activité sont 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 satisfaisantes.

Efficience des ressources:

1. Evaluer l'intérêt du point de vue économie d'énergie d'un déshumidificateur thermodynamique par rapport à une déshumidification classique par chauffage/aération en culture de tomates sur substrat, en conduite économe en énergie.
1. L'impact de la déshumidification sur le climat dans la serre, les aspects agronomiques (comportement des plantes, précocité, rendements), et phytosanitaire sont connus.
2. Une veille technique et scientifique sur les solutions à l'étude à l'étranger est réalisée. Aussi bien sur les aspects économie d'énergie que sur l'utilisation de matériaux biodégradables (paillage, ficelles, clips).
3. Selon les partenariats possibles, d'autres systèmes de déshumidification pourraient être testés.
4. Les possibilités d'économie d'énergie, dans le contexte serre biologique, seront également étudiées (participation au COST Biogreenhouse).
5. La production d'énergie photovoltaïque en captant les parts de l'énergie solaire non utilisées par les plantes pour la photosynthèse et l'influence d'un tel système sur les plantes pourront être envisagés dans le cadre d'un projet avec des fonds externes. (BLW Anliegen 371).
6. Les normes de fumure en cultures maraîchères sous serre et en cultures ornementales seront rédigées.

Lutte contre les maladies et ravageurs:

1. Evaluer l'efficacité des engrais verts (moutarde brune, seigle, sorgho) pour lutter contre certaines maladies du sol (*Verticillium dahliae* et *Colletotrichum coccodes*).
2. En collaboration avec les nématologues, l'effet de ces méthodes de lutte sur les nématodes sera évalué.
3. L'impact de ces méthodes sur les rendements sera également étudié, mais aussi la vie microbienne du sol (activité, composition des communautés microbiologiques), les populations de pa-

thogènes du sol (*Verticillium dahliae*, *Meloidogyne* sp., év. *Colletotrichum coccodes*), les teneurs des engrais verts en différentes substances (glucosinolates, C, N), les nutriments dans le sol y compris en conditions bio (nitrate, ammonium, év. potasse, phosphore et magnésium) et les paramètres physiques du sol (pH, température, humidité). (BLW Anliegen 150)

4. Des réponses aux demandes urgentes et prioritaires du Forum Recherche Légumes seront apportées. Ces demandes concernent en grande partie des problèmes phytosanitaires, que ce soit la lutte contre les maladies aériennes (botrytis et oïdium) ou les ravageurs (acariens, mouches blanches). Une priorité sera donnée à la recherche de solutions biologiques. Les travaux sont réalisés en collaboration avec les groupes 14.4 et 15.2.
5. Le diagnostic sur les échantillons reçus sera effectué pour les maladies en cultures maraîchères sous serre et en cultures ornementales et pour les ravageurs en cultures ornementales. (BLW Anliegen 430 ?)

Effets des facteurs biotiques et abiotiques sur la qualité des plants et des légumes fruits

1. Evaluer l'effet d'une conduite climatique économe en énergie en culture sur substrat sous serre sur la qualité des fruits. L'influence de cette conduite sur les paramètres classiques de qualité (acidité, fermeté, sucre) mais aussi sur la texture et les anti-oxydants sera mesurée.
2. En culture en sol, l'effet d'application d'engrais vert et/ou de BCA sur la qualité (sucre, acidité, fermeté, texture, caroténoïdes) des tomates cultivées sur un sol multi-infesté par des pathogènes (*Pythium*, *Verticilliose*, *Corky-root*, *Colletotrichum coccodes*, etc.) sera évalué.
3. Etudier les conséquences du greffage sur la plante au niveau physiologique et métabolique.
4. L'effet du greffage sur la qualité physico-chimique et nutritionnelle des légumes fruits sera étudiée.
5. Dans un deuxième temps, il sera nécessaire d'intégrer d'autres conditions culturales pouvant agir sur la construction de la qualité des fruits (partiellement dépendant du COST Grafting). (BLW Anliegen 461)

2.3 Indications bibliographiques

- Camps C., 2010. Mesure non destructive de la qualité des tomates par spectroscopie NIR.. *Revue Suisse de Vitic., Arboric. Hortic.* **42** (5), 298-303.
- Camps C., Michel V., Martinez C., & Lutz M.P., 2012. Souche de *Lactobacillus* utilisée comme agent de lutte biologique contre *Pythium ultimum* sur tomate. *Revue Suisse de Vitic., Arboric. Hortic.* **44** (6) 344-348.
- Camps C., Simone C., & Gilli C., 2012. Assessment of tomato quality using portable NIR spectroscopy and PLSR with wavelengths selection. *Acta Hort.* **936**, 437-442.
- Gilli C., 2009. Economie d'énergie sous serre par intégration des températures en culture de roses sur substrat. *Revue Suisse de Vitic., Arboric. Hortic.* **41** (6), 327-333.
- Gilli C., Granges A. & Carlen C., 2010. Economie d'énergie sous serre par intégration des températures en culture de tomate sur substrat. *Revue Suisse de Vitic., Arboric. Hortic.* **42** (2) 122-130.
- Gilli C. & Camps C., 2011a. Gestion d'écrans thermique en culture de tomates sur substrat. *Revue Suisse de Vitic., Arboric. Hortic.* **43** (3), 174-180.
- Gilli C. & Camps C., 2011b. Influence of two different thermal Screen Managements on Yield, Quality and Energy Consumption of a soilless Tomato Culture. *Acta Hort.* **952**, 97-102.
- Gilli C., 2012. Influence of thermal screen management on yield, quality and energy consumption of a soilless tomato culture. *Acta Hort.* **927**, 703-706.
- Lutz M.P., Michel V., Martinez C. & Camps C., 2012. Lactic acid bacteria as biocontrol agents of soil-borne pathogens. *Bulletin IOBC wprs.* **78**, 285-288
- Michel V., Lazzeri L., 2010. Green Manures and Organic Amendments to Control Corky Root of Tomato. *Acta Hort.* **883**, 287-294.
- Michel V., Ahmed H., Dahal S., 2011. Des engrais verts pour lutter contre les maladies du sol. *Revue suisse Vitic., Arboric., Hortic.* **43** (2), 116-121.
- Michel V., 2012. Examen de porte-greffes de tomate sur leur résistance au *Colletotrichum coccodes*. *Der Gemüsebau / Le maraîcher* **5**, 26.

2.4 Données et méthodes

Nom de la méthode (désignation succincte)	Description de la méthode (source)
Phénologie	01.14.02.24_Phénologie tomates
Rendements	01.14.02.24_Rendements tomates
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. <i>Planta</i> 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. <i>Revue Suisse Vitic. Arboric. Hortic.</i> 42, 298-303.
Spectromètre proche infrarouge portable (PHAZIR 10-18)	Camps et al. Determination of artemisinin and moisture contents of <i>Artemisia annua</i> L. dry powder using hand-held Near-infrared spectroscopy. <i>J. Near Infrared Spectrosc.</i> , 19, 191-198, 2011 (IF=1.85). Camps C. and Christen D. Non-destructive Assessment of Apricot Fruit Quality by Portable Visible-Near Infrared Spectroscopy (pVNIRs). <i>LWT-Food Science and Technology</i> , 42(6), 1125-1131, 2009. (IF=2.11).
SPAD	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. <i>Photosynthetica.</i> 47, 184-190. Mercado-Luna, A., et al., 2010. Nitrogen determination on tomato (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.) seedlings by color image analysis (RGB). <i>African Journal of Biotechnology.</i> 9, 5326-5332.
Analyses de sol	Méthodes analyses Sol-Conseil : http://www.sol-conseil.ch/fr/Analyses_et_services/Resumes_de_methodes/Resumes_de_methodes.html Méthode d'échantillonnage : Neuweiler R. Lignes directrices de fumure en cultures maraîchères. ACW. 2011, 1-29 http://www.agroscope.admin.ch/data/publikationen/1303886558_F-2011_DuengungsrichtlinienPraxis.pdf Analyse Nmin : Gysi, C., Künsch, D., Matthäus, K.U.D., Wixinger, K., and Schärer, H., 1988: Stickstoffdüngung nach Schnellmethoden im Gartenbau. <i>Flugschrift</i> 118.
Analyses de solution nutritive	Méthodes analyses Sol-Conseil : http://www.sol-conseil.ch/fr/Analyses_et_services/Resumes_de_methodes/Resumes_de_methodes.html
Maladies du sol: Détection de <i>Phytophthora</i> sp. ou <i>Pythium</i> sp. dans solution nutritive ou sol	Hong C., Richardson P. A., Kong P., 2002. Comparison of Membrane Filters as a Tool for Isolating Pythiaceus Species from Irrigation Water. <i>Phytopathology</i> 92, 610-616

Maladies du sol: Isolation de <i>Pyrenochaeta lycopersici</i> de racines	Infantino A., Pucci N., 2005. A PCR-based assay for the detection and identification of <i>Pyrenochaeta lycopersici</i> . <i>Europ. J. Plant Path.</i> 112, 337-347
Maladies du sol: Détection de <i>Verticillium dahliae</i> du sol	01.14.02.24_Méthode NP-10, V1.pdf
Paramètre du sol: Mesure de l'activité microbiologique du sol ou substrat	01.14.02.24_Méthode FDA, V5.pdf
Paramètre du sol: Extrait d'isothiocyanate du sol	Gimsing A. L., Kirkegaard J. A., 2006. Glucosinolate and isothiocyanate concentration in soil following incorporation of Brassica biofumigants. <i>Soil Biol. Biochem.</i> 38, 2255-2264
Maladies aériennes: échelle de notation	Michel V.(2001). La sélection de variétés de blé et de triticale résistantes aux maladies. <i>Revue suisse Agric.</i> 33, 133-140
Diagnostic: Service de diagnostic	Anonymous, 2006. Documentation and reporting on a diagnosis. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 36, 459-460
Diagnostic: Milieu sélectif <i>Colletotrichum</i> sp.	Manandhar J. B., Hartman G. L., Wang T. C. (1995). Semiselective medium for <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> and occurrence of three <i>Colletotrichum</i> spp. On pepper plants. <i>Plant Dis.</i> 79, 376-379
Diagnostic: Milieu sélectif <i>Fusarium</i> sp.	Singleton L. L., Mihail J. D., Rush C. M. (1992). Methods for research on soilborne phytopathogenic fungi, APS-Press, 265 p
Diagnostic: Milieu sélectif <i>Phytophthora</i> sp.	Erwin and Ribeiro (1996). <i>Phytophthora diseases worldwide</i> , APS Press, 562 p
Diagnostic: Milieu sélectif <i>Verticillium</i> sp.	Kabir, Z., Bhat, R. G., Subbarao, K. V. (2004). Comparison of media for recovery of <i>Verticillium dahliae</i> from soil. <i>Plant Dis.</i> 88:49-55

3 Pertinence et utilité

3.1 Compte rendu

Les résultats des recherches de ce champs d'activité seront communiqués aux différents clients listés sous le point 4.3. (voir ci-dessous). Selon les clients, le transfert des connaissances se fera sous les formes suivantes :

- articles scientifiques dans des journaux à comité de lecture (peer-review),
- articles technico-scientifiques,
- publications orientées pratique, y compris fiches techniques, rapports d'essais et rapports de stages (Bachelor, Master, PhD...),
- présentations et posters dans des congrès nationaux et internationaux,
- présentations dans des manifestations technico-scientifiques et lors de journées d'informations Agroscope

3.2 Clients

Maraîchers sous serre, Offices cantonaux de la culture maraîchère, Agridea, Consommateurs, Forum Recherche Légumes, OFAG (normes de fumure)

3.3 Utilité

Producteurs et offices cantonaux de la culture maraîchère: le champ d'activité doit leur fournir des données sur les potentialités d'économie d'énergie en cultures sous serre en relation avec la déshumidification, tout en indiquant l'impact sur la culture (rendement, qualité, précocité...). L'efficacité des engrais verts dans lutte contre les maladies du sol doit être connue. Les connaissances acquises sont transférées aux producteurs par l'intermédiaire d'articles scientifiques et techniques, de fiches techniques, d'exposés lors de journée d'information. Le diagnostic leur sert également directement en leur fournissant une réponse sur l'identité du pathogène ou du ravageur et un moyen de lutte.

OFAG: la révision des normes de fumure en cultures maraîchères sous serre et en cultures ornementales sont utiles pour avoir une conduite de la fertilisation adaptée aux besoins des plantes.

Forum Recherche Légumes: les recherches réalisées sur la base des demandes du Forum doivent répondre aux questions de la branche en 1 à 2 ans. Les résultats sont publiés dans des articles techniques, sous forme de fiche technique ou lors de journée d'information.

Consommateurs et producteurs: les travaux réalisés sur la qualité des tomates serviront indirectement les consommateurs, souvent critiques sur la qualité des tomates. Dans un contexte de concurrence accrue, la qualité est un élément de différenciation qui pourra être utile aux producteurs.

3.4 Impact

Les résultats obtenus dans le cadre du champ d'activité doivent permettre d'améliorer l'efficacité de la production sous serre, tout en préservant la qualité organoleptique et nutritionnelle des légumes fruits. D'un côté, la consommation d'énergie pourra éventuellement être diminuée en limitant l'énergie utilisée pour la déshumidification, d'un autre côté les pertes liées aux maladies et ravageurs seront réduites. A terme, les recherches pourraient avoir un effet sur la perception des cultures sous serre par les consommateurs (souvent peu appréciées) et servir également aux producteurs, par exemple dans le cadre d'un étiquetage environnemental (Carbon Food Print).



Description du champ d'activité 14.14.2.1

Production durable de baies et plantes médicinales et aromatiques de qualité

1 Vue d'ensemble

1.1 Données de base

Titre original	Variétés, production, protection et qualité des baies et des plantes médicinales
Titre original abrégé	Production durable de baies et plantes médicinales de qualité
Titre anglais	Variety, production, crop protection and quality in berries and medicinal plants
Titre anglais abrégé	Sustainable production of high quality berries and medicinal plants
Titre allemand	Sorten, Produktion und Pflanzenschutz sowie Qualität von Beeren und Medizinalpflanzen
Titre allemand abrégé	Nachhaltige Produktion von qualitativ hochstehenden Beeren und Medizinalpflanzen
Responsable du champ d'activité	BAROFFIO Catherine
Responsable délégué du champ d'activité	MICHEL Vincent
Mots-clés	Berry, medicinal plant, integrated production, plant protection, biological control, fruit quality
Début	2014
Durée	4 ans
Contribution au thème central*	11.2 Pflanzenproduktionsmethoden, Pflanzenschutz

* Les pôles thématiques font partie du mandat de prestations. Chaque pôle thématique comprend 3 à 4 thèmes centraux.

1.2 Résumé

Le **but** de ce champ d'activité est de préparer les bases scientifiques et techniques pour améliorer la compétitivité de la production des baies et des plantes médicinales et aromatiques suisses, pour favoriser la qualité de ces produits, ainsi que le développement de systèmes de production économe en intrants.

Les activités de recherche dans les **baies** se concentrent sur les essais variétaux, l'amélioration des

techniques culturales sur substrat, les nouveaux systèmes de production (baies alpines en cultures sur substrat) et les méthodes de protection des plantes visent à diminuer les frais de production et des intrants. Des études sur les facteurs influençant la qualité gustative et nutritionnelle des fruits comme l'influence de la variété, du mode de culture et du mode de conservation contribuent à garantir une production suisse de qualité.

Les activités de recherche prévues dans les **plantes médicinales** se concentrent sur l'innovation variétale et la mise en culture de nouvelles espèces comme des plantes alpines afin de mettre à disposition de nouvelles matières premières à forte valeur ajoutée pour l'industrie suisse (alimentaire et cosmétique). Les techniques de production sont à améliorer afin de garantir une récolte de qualité avec un bon rendement. L'influence des techniques de séchage et de stockage sur la qualité bactériologique des plantes médicinales et aromatiques est étudiée afin d'améliorer la qualité et la sécurité de cette matière première.

Les **collaborations** au niveau suisse avec les forums et l'industrie et au niveau européen avec des instituts de recherche sont maintenues et renforcées.

2 Plan de recherche / Description du champ d'activité

2.1 Problématique / Objet

Les cultures de baies et les plantes médicinales et aromatiques sont des cultures à forte valeur ajoutée. Les problématiques pour ces 2 groupes de cultures sont les suivantes:

Baies: Le contexte économique tendu et la demande croissante d'une production soucieuse de l'environnement poussent les producteurs de baies à augmenter leurs compétitivité et la qualité des baies. La production suisse doit miser sur une haute qualité du fruit et sur des techniques de production et de protection efficaces tout en ménageant l'environnement et en respectant les conditions sociales.

La gestion de l'eau est un enjeu majeur de la recherche. Des méthodes d'irrigation sont à développer afin de favoriser une économie d'eau tout en garantissant un rendement et une qualité irréprochable du fruit.

Le stockage à court terme est un thème de recherche important pour garantir une marchandise de qualité pour les consommateurs. Les problèmes sont la perte de brillance, l'assombrissement des fruits et la perte de fermeté. Les variétés réagissent différemment à des système de conservation. Chaque année amène son lot de surprises en protection phytosanitaire : problèmes de maladies fongiques (oïdium, botrytis), la venue du nouveau ravageur *Drosophila suzukii* dans les cultures de baies et arboricoles. Les maladies du sol causées par des champignons telluriques prennent une grande importance et les solutions non chimiques doivent encore être améliorées, ceci d'autant plus qu'il n'y a pas de solutions chimiques. Avec la réévaluation au niveau européen des produits phytosanitaires, beaucoup de vieilles matières actives ont été retirées du marché. Cela a engendré un vide : certaines indications ne sont plus couvertes par les produits actuels, et des maladies et ravageurs dits secondaires qui étaient couverts par ces anciennes molécules à large spectre, deviennent des problèmes plus importants (comme par exemple le tarsonème qui devient un problème de plus en plus fréquent dans les fraises).

Le Forum Baies, dont les membres représentent la production, l'industrie, les cantons et la vulgarisation, permet d'évaluer et de prioriser les demandes annuelles de recherche et de répondre aux problèmes de la production dans un délai court. Les thèmes principaux sont : la protection phytosanitaire, les techniques de production, les variétés et la qualité.

Plantes médicinales et aromatiques : La demande pour des plantes médicinales et aromatiques (PMA) suisses est en constante augmentation : les producteurs de montagne cultivent et fournissent des plantes de qualité qui fournissent aux industries nationales de la matière première pour mettre sur le marché des produits innovants. Les problèmes évoqués par la production et l'industrie sont le

manque d'homogénéité, la perte de plants pendant l'hiver, les pertes dues aux maladies et ravageurs. D'autres problèmes sont les coûts de production élevés et le manque de suivi de la qualité tout au long de la filière. Une garantie de rendement et une diminution des coûts de production peut se faire en optimisant les techniques de production.

La qualité et la sécurité microbiologique des plantes médicinales et aromatiques est essentielle pour l'utilisation et la préparation d'aliments et de médicaments. Les essais menés jusqu'ici montrent un dépassement régulier des normes de la pharmacopée et des normes d'hygiène sur les plantes séchées. Les sources de contamination sont souvent à chercher dans la culture des plantes en sachant que l'eau d'irrigation est souvent la source de la contamination. Mais la manière de cultiver, la manutention, le séchage et le stockage sont également sources de contamination. Le séchage et le stockage doivent être définis pour chaque plante travaillée afin de garantir une non-prolifération bactérienne qui pourrait être néfaste à la santé humaine.

Le forum Plantamont dont les membres viennent de la production, de l'industrie et de la vulgarisation, permet d'évaluer et de prioriser les demandes annuelles de recherche et de répondre aux problèmes de la production dans un délai court. Les thèmes principaux sont : la protection phytosanitaire, la garantie de bons rendements stables, les variétés résistantes au gel et performantes et la qualité.

2.2 Objectifs

Le **but** de ce champ d'activité est de préparer les bases scientifiques et techniques pour obtenir des bons rendements, à faible coût, dans une production économe en intrants pour produire des baies suisses de qualité ainsi que des plantes médicinales et aromatiques de haute qualité produites en montagne selon les directives de la production biologique..

- **Intensification écologique dans les cultures de baies.** La recherche est axée sur la technique de production, la détection précoce des problèmes, sur l'élaboration de solutions durables.

Les indicateurs sont :

1. Optimisation des systèmes de production

- 1.1 Proposer de nouvelles variétés adaptées aux conditions suisses et proposer des nouvelles cultures innovantes (fonds tiers en cours lié à ce thème)
- 1.2 Optimiser le chemin cultural en travaillant sur les dates de plantation et dates de récolte, la fumure (tache légale) et le substrat (possibilité de projet CTI)
- 1.3 Diminuer les quantités d'eau utilisée dans les cultures de baies sans altérer la qualité du fruit récolté et le rendement
- 1.4 Définir la fenêtre de production optimale par exemple pour les framboises en ciblant une production dans les semaines 31 à 33 pour avoir une production continue entre les framboises d'été et les remontantes Mesurer et estimer l'influence de la chaleur dans les tunnels sur la qualité du fruit (fermeté) Mesurer l'influence des techniques de culture et des variétés de baies sur des critères comme la fermeté, la teneur en sucre, l'acidité et les teneurs en antioxydants
- 1.5 Optimiser la conservation des fruits pour chaque variété en travaillant sur les durées de stockage, les températures, les techniques (Sacs Xtend, ajout de gaz)

2. Optimisation des systèmes de protection des cultures

- 2.1 Répondre aux demandes de diagnostic de maladies et ravageurs (tache légale)
- 2.2 Elaborer de nouvelles méthodes de lutte contre les maladies du sol (verticilliose, maladie des racines noires, etc.) en se basant sur l'application de produits naturels tels que des engrais verts ou des amendements organiques. L'impact de ces nouvelles méthodes sur d'autres aspects (fertilité du sol, vie microbiologique du sol, structure du sol) sera également étudié.
- 2.3 Elaborer une stratégie de lutte efficace contre le Botrytis et l'oïdium
- 2.4 Elaborer une stratégie de lutte efficace contre la drosophile suzukii (Fonds tiers en demande)
- 2.5 Proposer une méthode innovante de piégeage de ravageurs sans utilisation de traite-

ments chimiques comme pour l'anthonome et le byturus dans les framboises (Fonds tiers en cours)

- 2.6 Proposer des nouvelles homologations de produits phytosanitaires pour les cultures mineures (toutes les baies sauf les fraises) – Tache légale
- 2.7 Trouver rapidement des produits efficaces sans problèmes au niveau de l'environnement, de la toxicité pour juguler de nouveaux pathogènes / ravageurs. Homologuer des produits pour lutter contre les ériophyides dans les nouvelles cultures de Goji.

- **Intensification écologique dans les cultures de plantes médicinales et aromatiques.** La recherche est axée sur la création de nouvelles variétés, la technique de production, la détection précoce des problèmes, sur l'élaboration de solutions durables. Les indicateurs sont :

3. Domestication, sélection et comparaison variétale

- 3.1 Etablir des comparaisons variétales pour trouver la meilleure variété adaptée aux conditions suisses comme par exemple pour la menthe, le boucage
- 3.2 Faire des recherches de domestication de plantes alpines pour proposer aux industries suisses (alimentaire et cosmétique) des nouveaux marchés de niche (fonds tiers en cours). Ces plantes nouvelles peuvent être soumises à des clauses partielles de confidentialité.
- 3.3 Proposer une variété correspondant aux critères demandés par un processus de sélection comme pour la sauge, la primevère ou le boucage

4. Favoriser la qualité

- 4.1 Optimiser le chemin cultural (date de plantation, fumure, date de récolte, stade de récolte) afin de garantir une récolte importante et stable comme pour la stevia, la menthe orangée.
- 4.2 Trouver des stratégies efficaces contre les pertes dues au gel (couverture, variété, hauteur de coupe, date de récolte) comme pour la véronique
- 4.3 Répondre aux demandes de diagnostic de maladies et ravageurs (tâche légale)
- 4.4 Proposer des solutions efficaces et en accord avec la production biologique pour lutter contre les maladies et ravageurs émergents
- 4.5 Mesurer et caractériser le profil phytochimique des variétés étudiées (Huile essentielle, métabolites secondaires) pour la stevia, la primevère, la sauge
- 4.6 Etudier l'influence des techniques de séchage et de stockage sur la qualité bactériologique des plantes médicinales et aromatiques pour la sauge, la mélisse
- 4.7 Identifier les organismes susceptibles d'être pathogènes pour la santé humaine à l'aide du MALDI Biotyping en collaboration avec D. Drissner (ILV)

2.3 Indications bibliographiques

- Ançay, A., C Baroffio, and V. Michel. "Comparaison De Deux Modes De Gestion D'irrigation Pour Les Fraises. ." *Revue suisse de viticulture, arboriculture, horticulture* 45, no. 2 (2013): 84-89.
- Baroffio, C., and C. Mittaz. "Byturus Tomentosus, Raspberry Beetle Flight Monitoring and Controlling with Semiochemical Traps. ." *IOBC wprs Bulletin* 54 (2010): 397-400.
- Baroffio, C., N. Trandem, and A. N. E. Birch. "Efficiency of Attractive Traps in the Fight against Byturus Tomentosus in Raspberries: Examples from Switzerland, Scotland and Norway. ." Paper presented at the Xth Intl. Rubus and Ribes Symposium, Zlatibor, 2012.
- Baroffio, C, P. Richoz, B. Arriagada, S. Kuske, G. Brand, S. Fischer, Ch Linder, J. Samietz, and P. Kehrl. "Surveillance De Drosophila Suzukii: Bilan De L'année 2012." *Revue suisse de viticulture, arboriculture, horticulture* 45, no. 4 (2013): 212-18.
- Camps, C., and X. Simonnet. "Determination of Artemisinin Content by Hand-Held Nir and Ft-Nir Spectroscopy: A Promising Tool for Breeding of High Artemisinin Content Plants and Quality Control of Harves. ." Paper presented at the ICNIR2013, Montpellier, 2013.

- Carlen, C., C.-A. Carron, and X. Simonnet. "Optimizing the Cultivation of White Genepi to Achieve Stable Yields and High Quality." *Acta Horticulturae* 955 (2012): 211-18.
- Carron, C.-A., F. Lebleu, J. Vouillamoz, and C. Baroffio. "*Achillea Collina* 'Spak': Optimal Harvesting Stage." *Acta Horticulturae* 955 (2012): 321-24.
- Crespo, Pamela, Jordi Giné Bordonaba, Leon A. Terry, and Christoph Carlen. "Characterisation of Major Taste and Health-Related Compounds of Four Strawberry Genotypes Grown at Different Swiss Production Sites." *Food Chemistry* 122, no. 1 (2010): 16-24.
- Josuttis, M., C. Carlen, P. Crespo, R. Nestby, T.B. Toldam-Andersen, H. Dietrich, and E. Krüger. "A Comparison of Bioactive Compounds of Strawberry Fruit from Europe Affected by Genotype and Latitude." *Journal of Berry Research* 2 (2012): 73-95.
- Kehrl, P., S. Kuske, C. Baroffio, S. Fischer, Ch. Linder, P. Richoz, and J. Samietz. "Kirschessigfliege, Neu in Der Schweiz." *Schweiz. Z. Obst-Weinbau* 149, no. 4 (2013): 8-13.
- Krüger, E., M. Josuttis, R. Nestby, T.B. Toldam-Andersen, C. Carlen, and B. Mezzetti. "Influence of Growing Conditions at Different Latitudes of Europe on Strawberry Growth Performance, Yield and Quality." *Journal of Berry Research* 2 (2012): 143-57.
- Michel, V. "*Colletotrichum Acutatum*, Agent of Anthracnose on the New Host Black Elderberry (*Sambucus Nigra*) in Switzerland." *Plant Disease* 97, no. 9 (2013): 1246-46.
- Pillonel, N., S. Fischer, and C. Baroffio. "Origine Du Dépérissement De La Camomille Romaine." *Revue suisse de viticulture, arboriculture, horticulture* 44, no. 4 (2012): 234-41.
- Sigg, S., X. Simonnet, W. Heller, and C. Carlen. "Désinfection À La Vapeur Aérée, Une Solution Pour Les Semences Biologiques De Plantes Aromatiques Et Médicinales?" *Revue suisse de viticulture, arboriculture, horticulture* 44, no. 3 (2012): 170-77.
- Vouillamoz, J., C.-A. Carron, P. Malnoe, C. Baroffio, and C. Carlen. "*Rhodiola Rosea* 'Mattmark', the First Synthetic Cultivar Is Launched in Switzerland." *Acta Horticulturae* 955 (2012): 185-90.

2.4 Données et méthodes

Nom de la méthode (désignation succincte)	Description de la méthode (source)	Date d'actualisation
<p>Essais variétaux Baies</p> <ul style="list-style-type: none"> Evaluation de la qualité des plants Evaluation de la vigueur et de l'homogénéité des plants Mesure du rendement Evaluation de la capacité de conservation <p>Maladies et ravageurs</p> <ul style="list-style-type: none"> Essais d'efficacités de PSM <p>Qualité Fraise</p> <ul style="list-style-type: none"> Mesure des anti-oxydants Mesure du sucre Mesure de la fermeté Prescription de la qualité 	<p>European Network for Strawberry Cultivar Evaluation : Navatel & Krüger, 2001, Cost 836</p> <p>Normes de qualité de la FUS pour les baies</p> <p>EPPO standards http://archives.eppo.org</p> <p><u>Mesure SSC framboises (Weber et al, 2008 Acta Horticultura 777 ; Moore et al, 2008 Acta Horticultura 777)</u></p> <p><u>Mesure de l'acidité totale (Weber et al, 2008 Acta Horticultura 777 ; Moore et al, 2008 Acta Horticultura 777)</u></p> <p>Le point sur point sur les outils de mesure de la qualité sur fruits et légumes, « Agréage fruits et légumes, mode d'emploi ». CTIFL, 2002</p>	<ul style="list-style-type: none"> Aout 2013
<p>Maladies du sol</p> <ul style="list-style-type: none"> Détection de <i>Verticillium dahliae</i> du sol Mesure de l'activité microbologique du sol ou substrat Extraction d'Isothiocyanate du sol 	<p>Method NP-10, V1.pdf</p> <p>Méthode FDA, V5.pdf</p> <p>Gimsing & Kirkegaard, 2006. Soil Biol. Biochem. 38, 2255-2264.pdf</p>	<ul style="list-style-type: none"> Aout 2013

Extraction d'ADN de plantes	Qiagen DNeasy Plant Mini Kit, handbook http://www.qiagen.com/literature/render.aspx?id=2242	• Aout 2013
RAPD	Jones <i>et al.</i> (1996). Reproducibility testing of RAPD, AFLP and SSR markers in plants by a network of European laboratories. Molecular Breeding 3 (5): 381-390.	
Bactériologie: estimation des germes totaux et (E.coli, levures et moisissures)	Selon Instructions HES-SO. Laboratoire Technologie du Vivant	
Hydro-distillation d'huiles essentielles	Détermination des huiles essentielles dans les drogues végétales selon la Pharmacopée Européenne 6.0 (01/2008 :20812) P. 269 Bajaj, Y. P. S. (1996). Medicinal and Aromatic Plants IX, In Bajaj, Y. P. S. (Ed.) Biotechnology in agriculture and forestry Volume 37, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 414 p.	

3 Pertinence et utilité

3.1 Compte rendu

Les résultats des recherches de ce champs d'activité seront communiqués aux différents clients listés sous le point 4.3. (voir ci-dessous). Selon les clients, le transfert des connaissances se fera sous les formes suivantes :

- articles scientifiques dans des journaux à comité de lecture (peer-review),
- articles technico-scientifiques,
- publications orientées pratique, y compris fiches techniques, rapports d'essais et rapports de stages (Bachelor, Master, PhD...),
- présentations et posters dans des congrès nationaux et internationaux,
- présentations dans des manifestations technico-scientifiques et lors de journées d'informations Agroscope

3.2 Clients

- Office fédéral de l'Agriculture
- Fruit Union Suisse et Plantamont et producteurs
- Offices cantonaux en arboriculture et vulgarisateurs
- Interprofession et commerces
- Consommateurs et société
- MediSeeds
- FiBL
- Partenaires européens
- industrie

3.3 Utilité

- **L'OFAG** : L'OFAG attend nos expertises sur des questions de fumures ou de produits phytosanitaires
- **Producteurs** : Les producteurs de baies et de plantes médicinales attendent les résultats de nos recherches demandées via les Forums principalement. Ce sont les thèmes de protection phytosanitaire et d'amélioration des techniques de cultures qui les concernent en premier lieu

- **Cantons, vulgarisation** : Ce sont également les thèmes de protection phytosanitaire et d'amélioration des techniques de culture qui sont les plus attendus.
- **Consommateurs, marché, industrie**: les productions écologiques avec une diminution des intrants, les qualités de fruits sans résidus avec des bonnes teneurs en anti-oxydants, les plantes médicinales et aromatiques séchées et stockées sans contaminations bactériennes

3.4 Impact

17. La recherche dans ce champ d'activité contribue à promouvoir une agriculture de pointe ménageant l'environnement pour les cultures spéciales.
18. Les méthodes de production des baies sont améliorées et permettent de montrer aux producteurs la possibilité de produire une récolte de qualité en ayant limité les quantités d'eau, d'engrais et de produits phytosanitaires. Des stratégies efficaces de lutte contre maladies et ravageurs sont proposées avec le moins de résidus possible. Diffusion des résultats aux producteurs par des exposés et des publications scientifiques et techniques
19. Proposition de nouvelles variétés de plantes aromatiques et médicinales permettant de soutenir l'agriculture de montagne et offrant à l'industrie suisse des produits de niche innovants
20. Proposition de méthodes de production biologique garantissant un rendement bon et stable avec une qualité des plantes irréprochables. Diffusion des résultats aux producteurs et aux consommateurs par des exposés et des publications scientifiques et techniques



Description du champ d'activité 14.14.3.1

Production durable d'abricots de qualité, de poires et de fruits en région alpine

1 Vue d'ensemble

1.1 Données de base

Titre original	Production durable d'abricots de qualité, de poires et de fruits de la région alpine, amélioration génétique et valorisation des abricots, irrigation
Titre original abrégé	Production durable d'abricots de qualité, de poire et de fruits de la région alpine
Titre anglais	Sustainable production of high quality apricots, pears and fruits of alpine area, breeding and valorizing apricots, irrigation
Titre anglais abrégé	Sustainable production of high quality apricots, pears and fruits of alpine area
Titre allemand	Nachhaltige Produktion von Qualitätsaprikosen, Birnen und Obstkulturen im Alpenraum, Aprikosenzüchtung und Wertschöpfung, Bewässerung
Titre allemand abrégé	Nachhaltige Produktion von Qualitätsaprikosen, Birnen und Früchten im Alpenraum
Responsable du champ d'activité	Danilo Christen
Responsable délégué du champ d'activité	Philippe Monney
Mots-clés	Apricot, fruit crops, cultivar, pest management, irrigation, water use efficiency, quality, breeding program
Début	2014
Durée	4 ans
Contribution au thème central*	11.1 Neue Nutzpflanzensorten

* Les pôles thématiques font partie du mandat de prestations. Chaque pôle thématique comprend 3 à 4 thèmes centraux.

1.2 Résumé

Les conditions pédo-climatiques particulière du Valais permettent de percevoir les risques accrus liés à l'ouverture des marchés, ainsi qu'au changement climatique pour les cultures fruitières, et plus particulièrement pour les fruits de saison comme l'abricot. Les conséquences sur la production et qualité

des fruits restent peu connues. Pour relever ces défis pour l'abricot, pour les pommes tardives et pour les poires, des améliorations de techniques culturales, le développement de stratégies phytosanitaires adaptées aux régions alpines, des tests variétaux, le développement de systèmes limitant l'utilisation de l'eau, des mesures de stress hydriques de la plante, le développement de systèmes de production pouvant faire face à une sécheresse périodique, le suivi de la qualité commerciale, organoleptique et sensorielle des produits, des améliorations de techniques de conservation, le développement de nouvelles variétés moins sensibles aux bio-agresseurs et aux contraintes climatiques, le maintien des ressources génétiques des abricots de la biodiversité pour l'abricot et une analyse des potentialités de valeur ajoutée pour les abricots suisses, permettront de répondre aux demandes prioritaires de la production et du marché. Les acteurs de la filière abricots seront informés lors de journées et par des publications.

2 Plan de recherche / Description du champ d'activité

2.1 Problématique / Objet

L'agriculture de montagne, et plus particulièrement la production fruitière en région alpine est plus fortement soumise aux pressions de la globalisation et de l'ouverture des marchés que les autres régions de productions. Ceci est principalement dû à certains handicaps naturels, comme une topographie difficile ou un microclimat particulier, qui influencent directement les pratiques culturales, comme l'irrigation, les coûts de production et le maintien de la fraîcheur des fruits de saison. Ce phénomène est encore accentué pour les cultures dont les coûts de production sont élevés, comme en arboriculture, et en plus pour les productions de saison, comme par exemple la production d'abricots.

Les conséquences de ces risques accrus sur la viabilité des exploitations en région alpine, sur la possible mise en péril de la production, ainsi que sur la qualité des produits restent peu connues.

Afin de maintenir une bonne compétitivité de la production indigène et des prix appropriés pour une production en région alpine, des solutions sont à trouver face aux préoccupations souvent contradictoires des producteurs, des metteurs en marché, de la grande distribution et des consommateurs.

D'autre part, il est également nécessaire de mettre en évidence auprès des consommateurs la valeur ajoutée des produits de montagne, ceci au niveau de la régionalité, de l'origine, ainsi que de la qualité. Une stratégie qualité bien définie et différenciée pour les fruits produits en région alpine, et surtout pour les abricots, assurera au final la satisfaction, la loyauté et la confiance des consommateurs.

2.2 Objectifs

Pour contrecarrer ces contraintes environnementales pour l'arboriculture en région alpine, et plus particulièrement pour les abricots, pour les pommes tardives et pour les poires, des projets de recherche ont été définis :

1. Itinéraire pré-récolte : Répondre aux préoccupations des producteurs par l'amélioration des techniques culturales, par le développement de stratégies phytosanitaires adaptées aux régions alpines, ainsi que par des tests variétaux et de porte-greffe.
Cette approche permettra de répondre aux attentes prioritaires de la production locale à court terme (à travers les demandes du Forum arbo) et à moyen terme.
2. Gestion raisonnée ressources naturelles : Répondre aux préoccupations des producteurs liées à la disponibilité en eau, par le développement de systèmes limitant l'utilisation de l'eau comme l'irrigation déficitaire gérée par des mesures de stress hydriques de la plante, ainsi que par le développement de systèmes de production pouvant faire face à une sécheresse périodique.

- Cette approche permettra de répondre aux attentes de la production à moyen terme et de développer des modèles de besoin en eau des cultures fruitières à plus long terme.
3. Itinéraire post-récolte : Répondre aux préoccupations des metteurs en marché, de la grande distribution et des consommateurs par le suivi de la qualité commerciale, organoleptique et sensorielle des produits, ainsi que par l'amélioration de techniques de conservation, y compris le packaging adapté à une courte durée.
Cette approche permettra de répondre aux attentes prioritaires des metteurs en marché et des consommateurs à court terme (à travers les demandes du Forum arbo) et à moyen terme.
 4. Programme d'amélioration génétique abricotiers : Répondre aux préoccupations de tous les acteurs de la filière abricots par le développement de nouvelles variétés moins sensibles aux bio-agresseurs et aux contraintes climatiques et par le maintien de la biodiversité.
Cette approche permettra de répondre aux attentes prioritaires des acteurs de la filière abricots à long terme.
 5. Valorisation des fruits alpins : Répondre aux préoccupations de tous les acteurs de la filière abricots par une analyse des potentialités de valeur ajoutée pour les abricots suisses (diversification, adaptation de l'offre à la diversité des demandes, dé-saisonnalisation, segmentation qualitative, développement rural...).
 6. Transfert des connaissances : Informer tous les acteurs de la filière arboricole par des journées d'information et des publications.

2.3 Indications bibliographiques

- Camps C., & Christen D., 2009. Non-destructive assessment of apricot fruit quality by portable visible-near Non-destructive assessment of apricot fruit quality by portable visible-near infrared spectroscopy. *LWT-Food Sc. Technol.* **42** (6), 1125-1131.
- Camps C. & Christen D., 2009. On-tree follow-up of apricot fruit development using a hand-held NIR instrument. *J. Food Agric. Environ.* **7** (2), 394-400.
- Chenafi A., Monney P., Ceymann M., Arrigoni E., Boudoukha A. & Carlen C., 2013. Influence de l'irrigation déficitaire sur le rendement, la qualité de pommes Gala et l'économie en eau. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* **45** (2), 92-101.
- Christen D., & Rossier J., 2012. Évaluation des variétés d'abricots. *Éd. Commission professionnelle pour l'évaluation des variétés de fruits*, Conthey, 4 p.
- Christen D., Gabioud S., Besse S., Berthod N. & Rossier J., 2013. Quality management in the apricot supply chain. *Acta Hort.* (submitted)
- Christen D., Motry L. & Devènes G., 2012. Méthodes d'évaluation de la moniliose sur fleurs et sensibilité des variétés d'abricots. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* **44** (6), 370-376.
- Gabioud Rebeaud S., Cotter P.-Y., Siegrist J.-P. & Christen D., 2013. Influence de la température et de l'atmosphère modifiée sur la qualité des abricots. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* **45** (3), 168-173.
- Gabioud Rebeaud S., Maurer A., Cotter P.-Y., Christen D. & Baumgartner D., 2013. Influence of temperature, 1-MCP, MA and CA atmosphere on quality and aroma profiles of 'Goldrich' apricots. *Acta Hort.* (submitted).
- Gasser F. & Gabioud Rebeaud S., 2013. Recommandations aux entrepositaires de fruits. *Fruits & Légumes* **8/2013**, 24-26.
- 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 breed.* **131** (5), 656-664.
- Legave J.-M., Blanke M., Christen D., Giovannini D., Mathieu V., & Oger R., 2013. A comprehensive overview of the spatial and temporal variability of apple bud dormancy release and blooming phenology in Western Europe. *Int J Biometeorol.* **57**, 317-331.

- Monney P., 2013. Les porte-greffe du poirier. *Ed. Commission professionnelle pour l'examen des variétés de fruits*, Wädenswil, 13p.
- Monney P., Chenafi A. & Hofer A., 2013. Evaluation of Regulated Deficit Irrigation for Apple Trees cv. Gala based on Midday Stem Water Potential and Soil Matrix Potential. *Acta Hort.* (submitted).
- Socquet-Juglard D., Christen D., Devènes G., Gessler C., Duffy B., & Patocchi A., 2013. Mapping architectural, phenological, and fruit quality QTLs in apricot. *Plant Molec. Biol. Rep.* **31** (2), 387-397.
- Socquet-Juglard D., Duffy B., Pothier J.F., Christen D., Gessler C. & Patocchi A., 2013. Identification of a major QTL for *Xanthomonas arboricola* pv. *pruni* resistance in apricot. *Tree Genet. Genom.* **9** (2), 409-421.

2.4 Données et méthodes

Les données sont sauvegardées sous Q:\5_Produits\P14\7_AR dans divers documents et bases de données Access. Les méthodes utilisées sont listées dans le tableau ci-dessous.

Nom de la méthode	Description de la méthode
QUALITE AB	Luroi S., Hilaire C., Lichou J. & Jay M. 2007. Pêche – Abricot de la récolte au conditionnement outils pratiques. Edition Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes (Paris, FR). Chapitre 4, p. 77-89.
PRODUCTION AB	01.14.03.25_PRODUCTION AB
TEST HEDONIQUE AB	01.14.03.25_TEST HEDONIQUE AB
ECLAIRCISSEMENT AB	01.14.03.25_ECLAIRCISSEMENT AB
STOCKAGE AB	01.14.03.25_STOCKAGE ET QUALITE DES ABRICOTS
PHENOLOGIE	01.14.03.25_PHENO AB
NON DESTRUCTIF	01.14.03.25_NON DESTRUCTIF
PROFIL SENSO	ISO 11035. 2009. Analyse sensorielle – Recherche et sélection de descripteurs pour l'élaboration d'un profil sensoriel, par approche multidimensionnelle. Urdapilleta I., Ton Nu C., Saint Denis C. & Huon de Kermadec, F. 2001. Traité d'évaluation sensorielle. Aspects cognitifs et métrologiques des perceptions. Éd. Dunod, Paris, 592 p.
EVALUATION MONILIOSE SUR FLEURS	01.14.03.25_MONILIOSE AB
SURFACE FOLIAIRE	01.14.03.25_Surface foliaire
STRESS HYDRIQUE - DENDRO	01.14.03.25_Mesure stress hydrique_dendrométrie
STRESS HYDRIQUE - POTENTIEL HYDRIQUE FOLIAIRE	01.14.03.25_Mesure stress hydrique_pothyro
HUMIDITE DU SOL	01.14.03.25_Humidité du sol
GESTION DE L'IRRIGATION	01.14.03.25_Gestion de l'irrigation
Qualité interne POM POI	Rossier J., Pfammatter W. & Aerny J., 1998. Détermination de la qualité interne des pommes à l'aide du laboratoire « Pimprenelle ». <i>Revue Suisse Vitic. Arboric. Hortic.</i> 30(4) : 247-250
ECLAIRCISSEMENT PEPINS	01.16.06.47_ECLAIRCISSEMENT PEPINS
SECTIONS TRONCS	01.16.06.47_SECTIONS TRONCS

EVALUATION PG PEPINS	01.16.06.47_Porte-greffe
PRODUCTION PEPINS	01.16.06.47_PRODUCTION PEPINS
Qualité gustative des fruits à pépins	01.16.06.47_DEGUSTATION PEPINS
PHENOLOGIE PEPINS	01.16.06.47_PHENO PEPINS
HYBRIDATION-SELECTION AB	01.16.05.46_HYBRIDATION-SELECTION AB
TEST HEDONIQUE AB	01.16.05.46_TEST HEDONIQUE AB
SELECTION POI	01.16.05.46_SELECTION POI
TEST HEDONIQUE POI	01.16.05.46_TEST HEDONIQUE POI

3 Pertinence et utilité

3.1 Compte rendu

Les résultats des recherches de ce champs d'activité seront communiqués aux différents clients listés sous le point 4.3. (voir ci-dessous). Selon les clients, le transfert des connaissances se fera sous les formes suivantes :

- articles scientifiques dans des journaux à comité de lecture (peer-review),
- articles technico-scientifiques,
- publications orientées pratique, y compris fiches techniques, rapports d'essais et rapports de stages (Bachelor, Master, PhD...),
- présentations et posters dans des congrès nationaux et internationaux,
- présentations dans des manifestations technico-scientifiques et lors de journées d'informations Agroscope

3.2 Clients

- Office fédéral de l'Agriculture
- Fruit Union Suisse et producteurs
- Offices cantonaux en arboriculture et vulgarisateurs
- Interprofession et commerces
- Consommateurs et société
- VariCom
- FiBL
- Partenaires européens (INRA)

3.3 Utilité

- Office fédéral de l'Agriculture : contributions pour les maladies de quarantaine de l'abricotier, pour la protection des végétaux de façon durable (y compris management de résistances), pour la gestion raisonnée des ressources en eau, pour l'amélioration génétique de l'abricotier, ainsi que pour des standards qualité de l'abricot.

- Fruit Union Suisse et producteurs : proposer des variétés, des techniques culturales et des stratégies phytosanitaires adaptées offrant à la production suisse des avantages concurrentiels sur le marché
- Offices cantonaux en arboriculture et vulgarisateurs : répondre aux attentes prioritaires
- Interprofession et commerces : proposer des variétés, des techniques de conservation innovantes et des stratégies de valorisation offrant aux producteurs et aux commerces suisses des avantages concurrentiels sur le marché
- Consommateurs et société : proposer des variétés de qualité, adaptées au marché
- VariCom : marketing, innovation et développement de nouvelles variétés d'abricots
- FiBL: échanges d'informations, de méthodologie et test de matériel végétal Agroscope pour les cultures fruitières biologiques.
- Partenaires européens (INRA) : partenariat et échanges d'informations, de méthodologie et de matériel végétal sur certains projets

3.4 Impact

Impacts environnementaux : contribution au développement durable de stratégies phytosanitaires et à une utilisation raisonnée des ressources en eau.

Impacts économiques : contribution au maintien d'une bonne compétitivité de la production indigène, au maintien de prix appropriés pour la production, ainsi qu'au maintien d'une activité rurale rentable en région alpine.

Impacts sociaux : contribution à une confiance et une satisfaction accrues des consommateurs et à une valorisation d'une production indigène de qualité.



Description du champ d'activité 14.14.4.1

Protection durable des végétaux au Sud des Alpes

1 Vue d'ensemble

1.1 Données de base

Titre original	Protection des végétaux dans les cultures spéciales, en grandes cultures et plantes envahissantes au Sud des Alpes
Titre original abrégé	Protection durable des végétaux au Sud des Alpes
Titre anglais	Plant protection in special and arable crops, invasive weeds in South Switzerland
Titre anglais abrégé	Sustainable plant protection in Southern Switzerland
Titre allemand	Pflanzenschutz bei Spezial- und Ackerkulturen sowie invasive Pflanzen südlich der Alpen
Titre allemand abrégé	Nachhaltiger Pflanzenschutz südlich der Alpen
Responsable du champ d'activité	Mauro Jermini
Responsable délégué du champ d'activité	Mario Bertossa
Mots-clés	Plant protection, invasive weeds, population dynamic, epidemiology, biodiversity, forums, field crops, horticulture, viticulture, IPM, western corn rootworm, Fusarium spp, flavescence dorée
Début	2014
Durée	4 ans
Contribution au thème central*	11.2 Intensification écologique (Pflanzenproduktionsmethoden, Pflanzenschutz)

* Les pôles thématiques font partie du mandat de prestations. Chaque pôle thématique comprend 3 à 4 thèmes centraux.

1.2 Résumé

Les régions au sud des Alpes possèdent des caractéristiques pédologiques, climatiques et écologiques différentes par rapport aux autres régions suisses. Par conséquent, plusieurs problématiques phytosanitaires sont spécifiques de ces régions ou bien elles sont amplifiées dans leur fréquence et leur gravité. De plus, la position géographique ouverte vers le sud et le changement climatique favorisent davantage l'arrivée de nouveaux organismes nuisibles. La surveillance du territoire et la réaction rapide à l'introduction de nouveaux organismes nuisibles, ainsi que des recherches spécifiques afin de

contrôler les principales problématiques phytosanitaires de cette région au sud des Alpes ont un rôle prioritaire. Le projet tient bien compte de cette situation.

Une importance particulière est donnée à la présence d'organismes nuisibles, et en particulier de quarantaine, aux néophytes et aux plantes envahissantes et à la culture maraîchère sous protection.

La flavescence dorée et la chrysomèle du maïs sont deux importants organismes de quarantaine présents depuis plus d'une dizaine d'années seulement dans les régions au Sud des Alpes. Des études sont nécessaires pour comprendre leur comportement dans les systèmes culturels et affiner des stratégies de contrôles qui pourront ainsi être appliquées dans le futur dans d'autres régions suisses.

Les néophytes et les plantes envahissantes trouvent généralement dans les régions au Sud des Alpes des conditions climatiques particulièrement favorables à leur développement et propagation. Cette région constitue donc un champ d'essai important pour développer les connaissances sur leur biologie.

La culture maraîchère sous protection nécessite des bases techniques importantes pour mieux gérer l'application des produits phytosanitaires, tant de synthèse que bio, et un modèle de dosage qui s'adapte à la croissance de la plante pour garantir ainsi l'efficacité et une bonne qualité de l'application.

2 Plan de recherche / Description du champ d'activité

2.1 Problématique / Objet

Les régions au sud des Alpes possèdent des caractéristiques pédologiques, climatiques et écologiques différentes par rapport aux autres régions suisses. Par conséquent, plusieurs problématiques phytosanitaires sont spécifiques de ces régions ou bien elles sont amplifiées dans leur fréquence et leur gravité. De plus, la position géographique ouverte vers le sud favorise davantage l'arrivée de nouveaux organismes nuisibles. Cette problématique est particulièrement importante pour les néophytes envahissantes qui exercent dans ces régions une pression particulièrement importante, soit pour les cultures, soit pour la biodiversité. La surveillance du territoire et la réaction rapide à l'introduction de ces nouveaux organismes, en particulier ceux de quarantaine, ainsi que des recherches spécifiques vers les principales problématiques phytosanitaires de ces régions ont un rôle prioritaire en permettant de développer des stratégies de lutte applicables aussi pour d'autres régions suisses. Ces caractéristiques environnementales au Sud des Alpes ont aussi une influence sur l'homologation de variétés de maïs qui devraient faire l'objet de deux listes officielles (nord et sud des Alpes). Le même principe est valable pour la viticulture qui constitue un important secteur dans ces régions.

Les thèmes de recherche sont donc centrés sur différents axes.

- **Protection des végétaux au Sud des Alpes en viticulture**

Les principales thématiques sont: 1) La flavescence dorée (FD), organisme de quarantaine actuellement présent seulement au Tessin depuis 2004 et transmis par la cicadelle *S. titanus*. Les interactions maladie-plante-vecteur(s) ne sont pratiquement pas connues au niveau international. Des situations de présence régulière de la FD dans des vignobles, malgré l'efficacité de la lutte contre *S. titanus*, pose la question de la présence d'autres vecteurs, à savoir le rôle d'autres plantes hôtes de la maladie. Aucune information n'existe sur les interactions dans la même plante entre Bois noir (autre phytoplasme de la vigne) et la FD, même si nous avons prouvé une dynamique d'apparition différente de ces deux organismes pendant la phase végétative de la plante. 2) La mineuse américaine de la vigne (*Phyllocnistis vitegenella*), présente seulement au Tessin depuis 2010, pourrait devenir un ravageur important avec les changements climatiques. On a mis en évidence son contrôle partiel par des parasitoïdes indigènes, mais on ne connaît pas encore les relations entre l'activité de ces organismes de contrôle biologique et l'environnement. Il faut donc dé-

velopper des stratégies de gestion de l'agrosystème vignoble pour favoriser ces organismes. Un approche vers l'étude de biodiversité et de l'aménagement de l'habitat est à développer. 3) Le pourridié racinaire (*Armillaria mellea*) est très diffus dans les vignes tessinoises et aucune matière active de désinfection du sol n'est à disposition. Il y a donc la nécessité de trouver des solutions de contrôle par des agents biologiques, mais leur efficacité au champ n'est pas connue. 4) L'excoriose (*Phomopsis viticola*) est une maladie du bois très diffuse au Tessin et dont on ne connaît pas suffisamment l'épidémiologie, les bases de sa nuisibilité et les stratégies de lutte suffisamment efficaces. 5) Activités en accord avec le forum recherche viticole selon les demandes qui seront posées.

- **Protection des végétaux au Sud des Alpes, culture maraîchère sous abris**

Dans ce secteur les priorités sont données : 1) Un modèle de dosage adapté à la croissance de la plante a été développé, mais les connaissances sur la réelle efficacité des dosages et la quantité de bouillie qu'il induit ainsi que le risque de présence de résidus sur les fruits sont encore très limités. On a peu de connaissances de la qualité de l'application sur les différentes espèces cultivées et les différents systèmes d'application. Ce manque de connaissances limite son développement dans la pratique. 2) Utilisation des PSM par irrigation goutte-à-goutte. Cette pratique présente encore des lacunes dans la connaissance de la répartition des matières actives entre plante, substrat et solution de recyclage et donc sur l'évaluation des risques dans les cultures hors-sol. 3) Oïdium de la tomate (*Oidium neolycopersici*). Il y a un besoin d'améliorer l'actuelle stratégie de lutte par l'utilisation de produits inducteurs de résistance, dont l'efficacité n'est pas connue et surtout comprendre les facteurs microclimatiques qui induisent le déclenchement épidémique de cette maladie pour développer un modèle sur des risques épidémiologiques 4) Planification d'activités en accord avec le forum recherche légumes (FFG) selon les demandes qui seront posées.

- **Protection des végétaux au Sud des Alpes en grandes cultures**

Les efforts les plus importants sont consacrés aux sujets suivants : 1) La dynamique de population et propagation de l'organisme de quarantaine, la chrysomèle des racines du maïs (*Diabrotica v. virgifera*) n'est pas encore trop claire. Les variations d'une année à l'autre sont inexpliquées et il y a la nécessité de comprendre si une stratégie de lutte basée sur une rotation des cultures moins sévère donne les mêmes garanties que l'actuelle stratégie. 2) L'étude de l'impact de la fusariose sur épi des céréales (*Fusarium* spp.) sur les variétés de blé panifiable et sur maïs débute au Tessin. Le spectre des sous-espèces de la fusariose est différent au sud des Alpes, ce qui modifie le taux des mycotoxines présentes. Il y a donc un manque de connaissance dans le rôle et l'épidémiologie de ces sous-espèces par rapport à la présence et au niveau de mycotoxines mesuré.

- **Néophytes et plantes envahissantes au Sud des Alpes**

Dans le domaine des plantes envahissantes exotiques nous nous concentrons sur : 1) Lutte contre le souchet comestible (*Cyperus esculentus*) suite à un souhait du forum recherche légumes (FFG). Il y a un manque de matières actives efficaces et le choix des cultures qui accompagnent l'assainissement d'une parcelle doit être optimisé. 2) Collaborations dans le groupe de travail coordonné par Agridea concernant cette mauvaise herbe nuisible aussi dans les grandes cultures. 3) La puéraire (*Pueraria lobata*) est une liane exotique présente exclusivement au sud des Alpes et peu connue en Europe. Le manque de connaissances au niveau européen nécessite un étude de base pour combler ces lacunes et définir son potentiel d'envahissement. 4) Essais de lutte pratique contre la puéraire. Recherche de matières actives efficaces dans les parties racinaires, , matières jusqu'ici inconnues.

- **Viticulture (antenne viticole tessinoise du DR15)**

Une antenne viticole est active à CAD et les essais sont planifiés selon les directives du DR15. Les principales activités sont centrées sur : 1) qualité des raisins, 2) évaluation agronomique de clones de Merlot, de nouveaux cépages pour la Suisse et de ceux issus des programmes de sélection Agroscope (MRAC et IRAC), 3) nouvelles formes de conduite pour les vignobles en forte pente, 4) enherbement de la ligne.

- **Participation à autre projet et soutien scientifique**

Cette activité comprend : 1) la participation du groupe 14.4 à des projets d'autres groupes de recherche, 2) le soutien scientifique aux services phytosanitaires et aux offices de vulgarisation (tessinois et suisses), 3) la participation, avec le service phytosanitaire tessinois, à la surveillance du territoire, 4) un soutien à l'essai de fumure à longue durée du groupe 11.4 qui définit les bases de la fumure en grandes cultures et cultures fourragères.

2.2 Objectifs

1. Protection des végétaux au Sud des Alpes en viticulture

- 1.1 *Flavescence dorée*. Développer un modèle pluriannuel qui permet de reproduire dans le temps la dynamique des populations de son principal vecteur, la cicadelle *Scaphoideus titanus* (collaboration Uni Milan, IASMA, CASAS) et quantifier les phases biologiques nécessaires de son cycle biologique. Participation au projet Euphresco GEDAFI (S. Schaerer, 15.3) pour évaluer la présence d'autres vecteurs dans les parcelles qui présentent, malgré une lutte efficace, une présence constante de la maladie. Comprendre le rôle nutritionnel qui influence la distribution spatio-temporelle de *S. titanus* entre haie foliaire, repousses et flore de l'interligne. Quantifier la relation plante-phytoplasmes dans le temps (présence FD-BN). Développer une stratégie qui permette de réduire la pression insecticide à l'aide du modèle pluriannuel sur la base d'un seuil de tolérance. Evaluer des méthodologies de lutte directe vers le phytoplasme.
- 1.2 *La mineuse américaine de la vigne (Phyllocnistis vitegenella)*. Etablir les bases du fonctionnement de la biodiversité fonctionnelle qui, comme démontré dans nos précédents travaux, permet un contrôle des populations de ce ravageur. On veut donc proposer des méthodes de gestion pour stimuler et garantir la stabilité dans le temps du contrôle biologique. Evaluer des stratégies de lutte alternatives et vérifier la nuisibilité.
- 1.3 *Le pourridié racinaire (Armillaria mellea)*. Evaluer l'efficacité de lutte par l'inoculation directe au champ d'une souche de *Trichoderma atroviridae* active contre ce pathogène (collaboration avec IASMA).
- 1.4 *Excoriose (Phomopsis viticola)*. Evaluer la réelle nuisibilité de ce pathogène sur Merlot par un étude épidémiologique et développer une stratégie de lutte efficace pour ce cépage.
- 1.5 *Forum recherche viticole*. Activités établies annuellement selon les demandes du forum.

2. Protection des végétaux au Sud des Alpes en en maraîchère sous abris

- 2.1 *Développement d'un modèle de dosage adapté*. Poursuite des essais de développement et validation d'un modèle de dosage des PSM basé sur l'adaptation de la dose à la croissance de la surface foliaire (espèces considérées : concombre, aubergine et tomate). Evaluation efficace biologique et résidus sur les fruits.
- 2.2 *Utilisation des PSM par irrigation goutte-à-goutte*. Evaluation de la dynamique des matières actives dans les substrats des cultures hors-sol, dans l'eau de recyclage.
- 2.3 *Oïdium de la tomate (Oidium neolycopersici)*. Développement d'une stratégie de lutte basée sur des matières actives inductrices de résistance dans la plante et évaluation de la réelle sensibilité de variétés tolérantes dans le contexte de la stratégie proposée.
- 2.4 *Forum recherche légumes (FFG)*. Planification et réalisation de projets et essais sur la base des demandes du FFG

3. Protection des végétaux au Sud des Alpes en grandes cultures

- 3.1 *Chrysomèle des racines du maïs (CRM)* : Surveillance de la population de CRM au sud des Alpes en collaboration avec le service phytosanitaire cantonal du Tessin. Etude sur la propagation de CRM sur le territoire Suisse. Collaboration avec le Service phytosanitaire fédérale pour la décision sur les mesures de lutte.
- 3.2 *Fusariose des céréales*: Etablir l'importance et l'impact de la maladie sur les variétés de la liste nationale au Sud des Alpes. Analyse de la résistance à la maladie des lignes de sélection. Ac-

compagner les expériences pour définir une liste des variétés pour le sud des Alpes suite à des demandes du Forum grandes cultures (FRAG).

4. Néophytes et plantes envahissantes au Sud des Alpes

- 4.1 développer une stratégie pour assainir les surfaces infestées par le souchet. Pour les grandes cultures concurrentielles, le problème est réglé par des herbicides efficaces, mais ce n'est pas le cas pour les oléagineux et le riz et surtout les cultures maraîchères.
- 4.2 Etude de base sur le potentiel de développement de la puénaire sous nos conditions climatiques et les stratégies d'élimination des déchets végétaux.
- 4.3 Développement d'une stratégie de lutte chimique et mécanique applicable dans la pratique.

5. Viticulture (antenne viticole tessinoise du DR15)

Les objectifs de l'antenne viticole sont planifiés par les groupes de recherche 15.5 et 15.7 du DR15 et les axes de travail sont centrés sur :

- 5.1 l'amélioration de la qualité des raisins au champ,
- 5.2 l'évaluation agronomique de clones de Merlot, de cépages de *V. vinifera* pas encore homologués en Suisse et de ceux issus des programmes de sélection Agroscope MRAC et IRA,
- 5.3 nouvelles formes de conduite pour vignobles en forte pente,
- 5.4 enherbement de la ligne,
- 5.5 évaluation au champ de la tolérance au mildiou et au black rot des cépages issus du programme de sélection IRAC.

6. Vollzugaufgaben

Les objectifs sont centrés principalement sur deux axes :

- 6.1 la coordination et l'exécution d'essais variétaux pour la rédaction de la liste variétale officielle pour le maïs (antenne maïs avec planification essais en accord avec le DR11),
- 6.2 la planification et l'exécution d'essais pour l'évaluation de l'efficacité biologique des produits inscrits dans le processus d'homologation des PSM et en accord avec les responsables des dossiers d'Agroscope. Ces essais concernent surtout la viticulture et la culture maraîchère.

7. Mandat du BLW

Les objectifs de ce mandat sont la gestion et l'animation de la section tessinoise de l'ADCF. Ils sont atteints par la traduction en italien et la distribution aux membres des fiches techniques, la gestion des affaires administratives de la section, l'animation par l'organisation de journées d'information organisées en collaboration avec l'office cantonal de vulgarisation agricole et l'antenne Agridea au Tessin. La coordination au niveau scientifique des essais pratiques effectués par l'antenne Suisse italienne de Agridea.

8. Communication interne et externe

Les objectifs consistent dans :

- 8.1 la mise en valeur des résultats obtenus dans le cadre de nos activités,
- 8.2 donner la plus grande visibilité vers la pratique et le grand public des résultats et des produits de l'IPV,
- 8.3 la production de rapports destinés à Agroscope, au BLW ou aux cantons,
- 8.4 fournir un support de traduction en Italien interne à l'IPV.

Le premier objectif est atteint par la rédaction d'articles scientifiques (peer review), technico-scientifiques et pratiques, la réalisation d'exposés scientifiques, techniques et pratiques et la réalisation de cours/leçons/séminaires universitaires, techniques et pratiques. Le deuxième objectif se concrétise par la rédaction du bulletin d'information OrtoFlto (version italienne du GemüsebauInfo adapté en collaboration avec le groupe 13.5 et l'office cantonal de vulgarisation agricole aux conditions tessinoises), la gestion de la rubrique « La ricerca informa » dans la revue tessinoise « L'Agricoltore Ticinese » par la traduction en italien de CP d'Agroscope, la rédaction italienne des guides phytosanitaires d'Agroscope (viticulture et arboriculture) et des Index phytosanitaires pour la viticulture et

l'arboriculture, le développement et la coordination des rapports avec les médias de la Suisse italienne. Le dernier objectif est atteint par la traduction de textes en italien selon les demandes des DR et du groupe communication et marketing de l'IPV.

2.3 Indications bibliographiques

- Rigamonti I., Trivellone V., Jermini M., Fuog D., Baumgärtner J., 2013. Multiannual infestation patterns of grapevine plant inhabiting *Scaphoideus titanus* (Hemiptera: Cicadellidae) leafhoppers. *Canadian Entomologist*. In press.
- Trivellone V., Jermini M., Linder C., Cara C., Delabays N., Baumgärtner J., 2013. Rôle de la flore du sol sur la distribution de *Scaphoideus titanus*. *Revue Suisse Vitic. Hortic. Arboric.* 45(4) : 222-228.
- Rüegg J., Total R., Jermini M., Scettrini S., Wohlhauser R., Wolf S., Sanderson G., 2012 Traitement des cultures maraîchères de grande taille sous serre: vers un modèle de dosage. *Recherche Agronomique Suisse* 3(1) : 28–35.
- Trivellone V., Pollini Patrinieri L., Jermini M., Moretti M., 2012. Management pressure drives leafhopper communities in vineyards in Southern Switzerland. *Insect Conservation and Diversity* 5: 75–85.
- Wicht B., Petrini O., Jermini M., Gessler C., Broggin G., 2012. 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.
- Rüegg J., Jermini M., Total R., Scettrini S., 2012. Leaf wall area and leaf area in cucumber, eggplant, sweet pepper and tomato grown in greenhouses in Switzerland. *OEPP/EPPO Bulletin* (42 (3) : 552–559.
- Rigamonti I., Jermini M., Fuog D., Baumgärtner J., 2011. Towards an improved understanding of the dynamics of vineyard-infesting *Scaphoideus titanus* leafhopper populations for better timing of management activities. *Pest Manag Sci.* (wileyonlinelibrary.com) DOI 10.1002/ps.2171.
- Bertossa M., Hummel H. E., 2013. Cultural Diabrotica containment strategy in Switzerland: until now a convincing success story. *Comm. Appl. Biol. Sci.* Ghent University, (accepted).
- Bertossa M., Morisoli R., Colombi L. (2013) La lutte contre la chrysomèle des racines du maïs est un succès à ce jour. *Recherche Agronomique Suisse, Agroscope*, 4(1) 24-31.
- Hummel H.E., Mori K., Kovalev B., Bertossa M., Dinnesen S. (2012) The Western Corn Rootworm in maize fields: Comparison of two different sex pheromone preparations in the canton Ticino, Romania and the State of Illinois, USA. *Mitteilungen Deutsche Gesellschaft Allg. Angew. Entomologie*. 509 – 516.
- Bohren C., Bertossa M. et al. (2011) Editors Environmental Weeds and Invasive Plants, Abstract book: 3rd International Symposium on Weeds and Invasive Plants, EWRS http://www.ewrs.org/doc/EWRS_Invasive_Ascona_Abstracts_2011.pdf.
- Bertossa M. and Morisoli R. (2011) Growing Potential of non-native weed *Pueraria Lobata* in South Switzerland - a methodic approach. *Environmental Weeds and Invasive Plants*, Abstract book: 3rd International Symposium on Weeds and Invasive Plants, EWRS http://www.ewrs.org/doc/EWRS_Invasive_Ascona_Abstracts_2011.pdf
- Hiltbrunner J., Anders M., Schwaerzel R., Collaud J., Levy L., Bertossa M., Stoll P.(2009) Liste der empfohlenen Getreidesorten für die Ernte 2010. *Datenblätter Ackerbau*, Juli-2009.
- Bertossa M. (2009) Chrysomèle des racines du maïs: un ravageur sous contrôle en Suisse - Actualités. *Revue suisse d'agriculture*. 41, (3), 2009, 190-190.
- Bertossa M. and Hummel H.E. (2008) Experiences with population dynamics of Diabrotica v.virgifera in the Swiss canton Ticino up to 2007. *Comm. Appl. Biol. Sci.* Ghent University, 73: 421-428.

2.4 Données et méthodes

Les principales méthodes utilisées nécessaires à atteindre les objectifs visés sont référencées et actualisées sous Q:\2_Recherche\04_AP-PA\AP2012-13\05_Methodenlisten. Elles seront adaptées selon nécessité et des nouvelles seront développées en collaboration extra-, inter- et intra-groupe, ainsi qu'avec des partenaires extérieurs et ajoutées à la liste existante.

Nom de la méthode (désignation succincte)	Description de la méthode (source)
General methods on field experiments, experimental design	Rohrmoser K., 1981 Kompendium für Feldversuche, Deutsche Gesellschaft für technische Zusammenarbeit (GTZ) 6236 Eschborn (D) ISBN 3-88 085-108-5, Syngenta, 2004: Manual for field trials in crop protection, 4th edition. Ed. Syngenta International AG Montgomery D.C., 2008. Design and analysis of experiments. John Wiley & Sons. Vilain M., 1999. Méthodes expérimentales en agronomie. TEC & DOC, Paris. Hurlbert S (1984) Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. Ecol. Monogr. 54: 187-211 EPPO Standards
Statistical modelling	Sachs L., (1984) Angewandte Statistik. Springer-Verlag, Berlin ISBN 3-540-12800-X Spiegel M.R., (1979) Probabilità e Statistica, Fabbri-Bombiani, Sonzogno (I) Etas Libri Renner E., (1981) Mathematisch-statistische Methoden in der praktischen Anwendung, Berlin, Parey Verlag, 8°, 112 Seiten, ISBN: 3489613341 Zar. J.H. 1984. Biostatistical analysis. Prentice-Hall,
Plant protection	F. Häni et al., 2004, Protection des plantes en production intégrée. Centrale des moyens d'enseignement agricole, Länggasse 79, 3052 Zollikofen, ISBN 3-03888-45-0
Trapping methods <i>Diabrotica v. virgifera</i>	Levine E. & Metcalf R.L. (1988). Sticky attractant traps for monitoring corn rootworm beetles. Illinois Natural History Survey Reports No. 279, Sept. 1988, pages 1-2. Metcalf R.L. (1986). Foreword in: Krysan J.L. & Miller T.A. (eds.) Methods for the Study of Pest <i>Diabrotica</i> . Springer Verlag, New York. ISBN: 0-3ü-96210-7 Bertossa M. & Hummel H.E. (2008). Experiences with population dynamics of <i>Diabrotica virgifera virgifera</i> LeConte in the Swiss canton of Ticino up to 2007. Comm. Appl. Biol. Sci., Ghent University 73 (3), 421-428. Tóth M., et al. (1996) Sex pheromone trapping of <i>Diabrotica v. virgifera</i> Le Conte in Central Europe, Növényvédelem 32(9), 447-452 Derron J, Bertossa M., (2005) Phénologie du vol de la chrysome des racines du maïs (<i>Diabrotica virgifera virgifera</i> Le Conte) dans le sud des Alpes suisses. Revue suisse d'agriculture. 37, (2), 61-64
Tuber sampling <i>Cyperus esculentus</i>	01.05.02.28 Prise des échantillons de tubercules de cyperus au champ
Fusarium inoculation	01.14.04.26_Mycotoxines_fusarium
Assessment parameters maize Cadenazzo	01.14.04.26 Bonitures maïs Cadenazzo
Trapping and collecting <i>S. titanus</i>	Adultes : Jermini M., Rossi A. & Baillod M., 1992. <i>Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic.</i> 24 , (4), 235-239 Formes immatures : a) Rigamonti et al.. Research and management oriented sampling plans for vine plant inhabiting <i>Scaphoideus titanus</i> Grape leafhopper nymphs. Article en préparation. b) utilisation D-Vac selon méthode décrite dans Trivellone et al. The role of the vineyard floor vegetation in the dynamics of <i>Scaphoideus titanus</i> Ball populations (submitted to Journal of pest science)
Visual damage assessment of leaves	Horfall J. G.; Cowling, E. B.; 1978: Pathometry: measurement of plant disease. In: HORSFALL, J. G.; COWLING, E. B. (Eds): Plant disease an Advanced Treatise. 2, 120-134. Academic press, New York. Pour oïdium de la tomate : 01.14.04.26 Metodo di valutazione infezione.
Monitoring <i>Diabrotica virgifera</i>	La dynamique de population de <i>diabrotica</i> est étudié à l'aide de différents pièges, chromotropiques pour populations à haute densité, à phéromones standard hongrois et Metcalf, ce dernier est utilisé en cas de basse densités ou suspect de présence. La date d'installation des pièges est fixé à l'aide d'un modèle basé sur la somme de température.

	On détermine la courbe de vol, les temps d'aparition et la diffusion dans le territoire dans le sud des Alpes. En cas d'apparition en au Nord des Alpes, des pièges Metcalf pour localiser des populations locales. Les contrôles sont réalisés une fois par se-maine. Un totale de 20 pièges est placé par Agroscope.
Phyllocnistis vitigenella	Piégeage : Cara C. Jermini M. 2011. La mineuse américaine Phyllocnistis vitegenella, un nouveau ravageur de la vigne au Tessin, Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 43 (4): 224–230 Nuisibilité : Jermini et al. 2010. 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.
Fusariose de l'épis des céréales	Pour les tests de résistances aux maladies, les spores pathogènes sont produites au champ et en serre puis inoculées au matériel de sélection. Nous utilisons une notation 1-9 logarithmique. Les viru-lences sont testées par monitoring et par utilisation de lignées différentielles. Des variétés de bonne qualité panifiables choisies sont testées sur les attitudes agronomiques et qualitatives sous les conditions de pression de la fusariose après inoculation.
Technical procedures	Injection produits par solution: 01.14.04.26 Tecnica iniezione per soluzione nutritiva Calcule surface paroi foliaire : 01.14.04.26 Dinamica crescita colture in serra

3 Pertinence et utilité

3.1 Compte rendu

- Présentation résultats aux Forums
 - Publications techniques, technico-scientifiques et/ou scientifiques
 - Parution de communiqués de presse
 - Participation à des conférences et à des congrès (présentations orales ou de posters vulgarisés et/ou scientifiques).
 - Séminaires internes
 - Rapports à l'attention des clients selon demande et module du projet
- Projets financés par des tiers, dans la mesure des possibilités

3.2 Clients

OFAG,
services phytosanitaires et de vulgarisation suisses, Agridea,
organismes et associations interprofessionnels, producteurs au niveau national et international, Forums Recherche
Consommateurs,
Communauté scientifique, Agroscope

3.3 Utilité

OFAG. Le champ d'activité doit fournir les bases décisionnelles pour l'adoption, le développement et l'adaptation de stratégies de lutte pour leur éventuelle arrivée dans d'autres régions suisses de la flavescence dorée et du chrysomèle du maïs : donner les bases pour la préparation de dossiers d'homologation, la rédaction des bonnes pratiques agricoles, les directives d'utilisation des produits pour l'utilisation des PSM par rapport au modèle de dosage et aux techniques d'application des PSM étudiés.

Services phytosanitaires et de vulgarisation suisses. On doit fournir des bases pour améliorer les méthodes d'avertissement, d'échantillonnage et de gestion de la lutte obligatoire contre les orga-

nismes de quarantaine ; les stratégies de lutte efficaces contre les plantes envahissantes ; les bases techniques pour le conseil d'utilisation des PSM dans les cultures maraîchères sous abris selon les techniques d'application utilisées par la pratique ; les listes variétales de maïs et des cépages.

Agridea. Les résultats obtenus serviront comme base pour l'organisation de journées d'information au niveau cantonal ou suisse.

Organismes et associations interprofessionnels, producteurs au niveau national et international. Le champ d'activité doit fournir les données pour améliorer la lutte contre les organismes de quarantaine ; le méthode de gestion pour favoriser le contrôle biologique d *P. vitigenella* ; fournir les données sur la nuisibilité de l'excoriose et une stratégie plus adaptée aux conditions au Sud des Alpes, la sensibilité variétale à la fusariose des céréales et des stratégies de lutte efficace contre les plantes puéraires et le souchet comestible. La rédaction en italien de fiches techniques, du Bulletin OrtoFito et autres documents de l'IPV permettra l'amélioration de la formation des producteurs et fournira des instruments importants dans la gestion de l'activité.

Forums Recherche. Les questions des Forums sont traitées selon la priorisation données et les résultats seront publiés dans des revues techniques ou pratiques, des fiche techniques et présentés au cours de journées d'information.

Communauté scientifique, Agroscope. Les résultats scientifiques obtenus dans le champ d'activité seront publiés dans des revues scientifiques et présentés lors de congrès. La participation au projet européen Euphresco GRAFDEPI (flavescence dorée) permet l'amélioration des connaissances relatives à cette maladie de quarantaine grave à caractère épidémique (FD), d'augmenter les connaissances du système maladie-vecteur- plante pour développer des outils importants dans la prévention et d'améliorer les échanges scientifiques entre les participants.

Consommateurs. Les travaux réalisés permettront indirectement au consommateur d'améliorer la qualité écologique des produits et l'environnement, réduire le risque de présence de résidus et de mycotoxine dans les produits.

3.4 Impact

L'impact attendu par rapport à l'utilité des activité est celui de

- Augmenter les connaissances et améliorer les méthodes de lutte et d'avertissement pour une meilleur gestion dans le territoire des organismes nuisibles, en particulier ceux de quarantaine, et des plantes envahissantes pour formuler des propositions aux instances fédéraux et cantonaux et donner aux organisations professionnelles des solutions applicables et le plus respectueuses de l'environnement.
- Augmenter le know-how scientifique à l'utilisation de Agroscope et de la communauté scientifique nationale et internationale.
- Proposer des solutions aux problèmes posés par les Forums Recherche.
- Augmenter la satisfaction des clients par la rédaction et la diffusion au Sud des Alpes de document et bulletins en langue italien pour améliorer les possibilités de formation des branches professionnelles.



Description du champ d'activité 14.15.1.1

Interaction plantes-champignons, prévision des risques et lutte, conservation *in vitro* des ressources phylogénétiques

1 Vue d'ensemble

1.1 Données de base

Titre original	Epidémiologie et étiologie des maladies fongiques pour le développement de diagnostics, modélisation, stratégies de lutte, résistance, aide à la sélection et métabolomique. Assainissement, conservation <i>in vitro</i> et identification moléculaire des ressources phylogénétiques.
Titre original abrégé	Interactions plantes-champignons, prévision des risques et lutte, conservation <i>in vitro</i> des ressources phylogénétiques
Titre anglais	Epidemiology and etiology of fungal diseases to develop diagnosis, decision support system, control strategies, resistance, breeding tools and metabolomic. Sanitation, <i>in vitro</i> preservation and molecular characterization of phylogenetic resources.
Titre allemand	Epidemiologie und Etiologie der Pilzkrankheiten für die Diagnose, Modellisierung, Bekämpfungsstrategien, Resistenz, Unterstützung der Züchtung und Metabolomik. Sanierung, <i>in vitro</i> Erhaltung und molekulare Bestimmung der genetischen Ressourcen
Titre anglais abrégé	Plant-fungi interactions, disease forecasting and control, <i>in vitro</i> conservation of phylogenetical resources
Titre allemand abrégé	Pilz-Pflanzen Interaktionen, Risiko-Prognosen und Bekämpfung, <i>in vitro</i> Erhaltung der genetischen Ressourcen
Responsable du champ d'activité	Katia Gindro
Responsable délégué du champ d'activité	Stéphanie Schürch (suppléante), Peter Frei, Valérie Hofstetter, Pierre-Henri Dubuis, Eric Droz.
Mots-clés	fungal disease, decision support system, metabolomic, control strategy, fungicide, resistance, diagnostic, alexin, phylogeny, micropropagation, conservatory, <i>in vitro</i> , microsatellites.
Début	2014
Durée	4 ans
Contribution au thème central*	11.2 Intensification écologique (Pflanzenproduktionsmethoden, Pflanzenschutz)

* Les pôles thématiques font partie du mandat de prestations. Chaque pôle thématique comprend 3 à 4 thèmes centraux.

1.2 Résumé

Les maladies fongiques en lien avec les changements climatiques et les pratiques agronomiques sont des problèmes récurrents contre lesquelles de nouvelles solutions doivent être trouvées. La recherche en grandes cultures et en viticulture s'oriente vers la découverte de produits d'origine naturelle pour lutter contre les maladies fongiques et le développement de produits antifongiques naturels pour une **agriculture durable**, l'identification des champignons pathogènes et leur suivi épidémiologique, l'entretien de la base de données et de la collection mycologique (www.bcis.mycoscope.ch), la résistance variétale et le développement de modèles de prévision des risques disponibles sur Internet (www.agrometeo.ch). La mycologie a su **innover** en transférant son **know-how** dans le monde de la **pathologie clinique**, offrant ainsi une plateforme de compétence à l'interface du monde agricole et de la médecine tant en microscopie, biochimie, qu'au niveau analytique et moléculaire en recevant des financements externes. La biotechnologie végétale répond aux projets PAN (**plan d'action national** pour la conservation et l'utilisation durable des **ressources** génétiques) par le développement des méthodes de cultures *in vitro*, l'entretien du conservatoire national de pommes de terre, l'identification moléculaire des variétés ainsi que l'assainissement des variétés virosées.

2 Plan de recherche / Description du champ d'activité

2.1 Problématique / Objet

Diagnostics et renseignements L'identification des pathogènes fongiques est indispensable à la définition d'une stratégie de lutte appropriée. Un grand nombre de demandes de renseignements concernant les cultures traditionnelles et émergentes nous parviennent régulièrement. Ces diagnostics, essentiels à nos partenaires nécessitent notre expertise et notre appui scientifique.

Epidémiologie et étiologie Caractériser la communauté fongique associée à la plante hôte est essentielle pour comprendre l'équilibre entre les champignons et leur hôte et comment se développe la maladie. Cette caractérisation et le diagnostic impliquent le développement d'outils moléculaires qui permettent de quantifier la présence d'un champignon pathogène, de suivre son évolution dans la plante et d'identifier les hôtes possibles.

Outils d'aide à la décision et prévision des risques La lutte contre les maladies fongiques est liée à l'application de fongicides à intervalles plus ou moins réguliers. L'étude des conditions requises pour le développement des pathogènes permet de modéliser l'épidémie afin d'appliquer les fongicides au moment opportun. Agrometeo est une plate-forme qui rassemble des données microclimatiques, des outils d'aide à la décision et des informations pour une meilleure gestion de la lutte phytosanitaire.

Fongicides : stratégies de lutte, techniques d'application et résistance L'efficacité de la lutte fongicide se base sur une bonne connaissance des matières actives, un dosage précis et une bonne technique d'application, notamment dans le cadre de l'homologation des fongicides. Le sur- ou le sous-dosage des fongicides peuvent avoir des conséquences sur la qualité de la protection, sur l'environnement et augmenter les risques de résistance des pathogènes ou de résidus dans le produit fini.

Sensibilité variétale et aide à la sélection Au cours de l'évolution, les plantes ont développé des mécanismes naturels pour résister aux infections. L'utilisation de ces mécanismes de résistance permet d'éviter ou de réduire le recours aux fongicides et contribue ainsi à ménager l'environnement tout en assurant une récolte de qualité. Ces mécanismes peuvent être intégrés au niveau de la création ou de l'étude variétale.

Métabolomique Le métabolome est constitué par l'ensemble des métabolites contenus dans un organisme dans une situation et à un temps donné. Cet ensemble de molécules résulte des interactions complexes entre le protéome et le génome de l'organisme ainsi que son environnement. La d'empreintes métaboliques permet de mettre en évidence les principaux changements intervenus en cas de stress. Cette méthode permet aussi de découvrir des nouvelles molécules bioactives.

Conservatoire *in vitro*. La culture *in vitro* est un moyen efficace pour pratiquer une agriculture sûre (assainissement du matériel de base), innovante et durable. La demande de matériel végétal de base de haute qualité est devenue cruciale pour la sélection, pour la production rapide de plantes aux caractéristiques agronomiques exceptionnelles intéressant le secteur commercial ainsi que pour la conservation des ressources phytogénétiques (programmes d'action nationale PAN).

Identification variétale. L'établissement d'un conservatoire *in vitro* nécessite une bonne traçabilité des accessions. La caractérisation moléculaire pour l'identification des accessions est l'outil le plus efficace et rapide afin d'assurer ce type de traçabilité. Elle offre également une aide précieuse à la sélection des anciennes variétés à conserver dans le cadre des projets PAN.

2.2 Objectifs

Diagnostiques et renseignements

1. Répondre aux demandes de renseignements en présentant des solutions aux problèmes agronomiques posés en assurant un suivi et une traçabilité des données.
2. Répertoire les nouveaux morphotypes et les implémenter dans la base de données Mycoscope.
3. Tester des techniques de stockage innovantes afin de minimiser l'espace requis, les travaux de repiquage et d'assurer une stabilité optimale des souches en collection.

Epidémiologie et étiologie

4. Etudier l'épidémiologie, l'étiologie et la biologie des principales maladies fongiques, dont l'épidémiologie de la tavelure du pommier, du *Phoma* du tournesol, de la sclérotiniose du colza et de la ramulariose de l'orge et du blé (intégration modèle dans Agrométéo).
5. Etudier les communautés fongiques des différents organes de la vigne.
6. Poursuite du suivi des maladies foliaires des céréales au champ. Initiation d'une recherche sur l'épidémiologie de la galle argentée et de la dartrose de la pomme-de-terre et sur l'émergence de la sclérotiniose de la pomme-de-terre.

Prévision des risques

7. Prévision des risques (Agrometeo) pour la réduction du nombre de traitements fongicides en viticulture: adaptation du nombre de traitements au risque d'infection et à l'épidémiologie du mildiou en intégrant des stratégies liées aux nouveaux cépages résistants issus des programmes de sélection d'IPV, de l'oïdium et du black-rot.
8. Développement du contenu du site www.agrometeo.ch en particulier par la participation d'observateurs autorisés.
9. Adaptation du seuil d'intervention et élaboration d'un système d'alerte pour *Phoma mcdonaldii* sur tournesol. Evaluation du système d'alerte Presep (France) pour identifier les possibilités d'adaptation aux conditions suisses.

Fongicides : stratégies de lutte, techniques d'application et résistance

10. Essais de lutte sur le terrain dans différentes modalités culturales pour connaître les nouvelles matières actives (homologation), vérifier les prévisions des risques (Agrometeo), l'adaptation des dosages à la surface foliaire et les seuils d'intervention (céréales).
11. Suivi de la résistance d'*Erysiphe necator* et de *Podosphaera leucotricha* aux fongicides et élaboration de nouvelles recommandations de lutte. Veille littéraire pour la résistance des pathogènes aux fongicides et conduite de tests de sensibilité en cas de perte d'efficacité au champs..
12. Amélioration des techniques d'application pour la lutte contre la pourriture grise sur grappe.

Sensibilité variétale et aide à la sélection

13. Etudes des processus d'infection des principales maladies fongiques de la vigne, de la fusariose des épis de maïs ainsi que de la ramulariose sur orge et blé. Application des outils développés pour l'aide à la sélection et l'étude variétale.

14. Développement d'une méthodologie et évaluation de la sensibilité variétale du maïs-grain. Travaux de microscopie pour étude du processus infectieux et des mécanismes de résistance.

15. Utilisation des outils développés pour le criblage des semis de vigne issues du programme de sélection de cépages résistants aux maladies fongiques en flux expérimental avec le groupe 15.5.

Métabolomique

16. Etudes métabolomiques des relations hôtes-pathogènes et des confrontations fongiques: identification de nouveaux métabolites bioactifs liés à la résistance, étude des mécanismes de résistance (intermédiaires réactionnels), stimulateurs de défense de la vigne, phytoalexines, mycoalexines et effets biocides.

17. Identification de nouvelles molécules naturelles en tant qu'antifongiques, tant en mycologie médicale qu'agronomiques, ainsi que l'étude des modes d'action de ces molécules.

18. Développement de méthodes pour l'études des métabolites fongiques liées à divers genres de moisissures.

Conservatoire *in vitro*

19. Installation *in vitro* des ressources phytogénétiques et assainissement des espèces végétales cultivées atteintes de maladies.

20. Maintenir et fournir les têtes de clones pour la production nationale de pommes de terre. Produire selon demande et dans les délais des plantes conformes et de qualité agronomique exceptionnelle.

21. Conserver des collections de plantes cultivées à forte valeur ajoutée (molécules bioactives dans la santé humaine et dans l'agroalimentaire, plantes rares) ainsi que les plantes liées au programmes d'action national (PAN).

Identification variétale

22. Développer des sets de marqueurs moléculaires de type microsatellites permettant l'identification des principales plantes du conservatoire *in vitro*.

23. Utilisation de ces sets de marqueurs pour l'identification de plantes cultivées *in naturae* selon demande.

24. Confirmer l'identité génétique des plantes multipliées en assurant la traçabilité durant la chaîne de production en cas de litige. Vérifier l'identité des géniteurs dans le cadre de croisements.

2.3 Indications bibliographiques

Alonso-Villaverde V., Voinesco F., Viret O., 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

Droz E., Ulliel S., Julmi-Moreillon C., Dorsat S., De Joffrey J.-P., Thomas D. Lê C.L. et Gindro K. 2012. Des variétés de plantes fichées par leur profil génétique. Recherche Agronomique Suisse 3 (11-12) : 552-555.

Dubuis P.-H., Viret O., Bloesch B., Fabre A.-L., Naef A., Bleyer G., Kassemeyer H.H., Krause R. 2012. Lutte contre le mildiou de la vigne avec le modèle VitiMeteo-Plasmopara. Revue suisse de viticulture arboriculture horticulture. 44, (3), 192-198.

Eddouzi J, Hofstetter V, Groenewald M, Manai M, Sanglard D. 2013. Characterization of a new clinical yeast species, *Candida tunisiensis* sp. nov., isolated from a strain collection from Tunisian hospitals. Journal of Clinical Microbiology 51(1): 31-9.

Gindro K., Alonso-Villaverde V, Voinesco F., Spring J.L., Viret O. et 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. et Alonso-Villaverde V. 2012. Protease inhibitors decrease the resistance of Vitaceae to *Plasmopara viticola*. PPB 60: 74-80.

- Hofstetter V, Buyck B, Croll D, Viret O, Couloux A, Dubuis P-H, Gindro K. 2013. Communauté de champignons associés à l'esca: du plan greffé à la vigne adulte. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* (in press).
- Hofstetter V., Buyck B., Croll D., Viret O., Couloux A. et Gindro K. 2012. What if esca disease of grapevine were not a fungal disease? *Fungal Diversity*, DOI 10.1007/s13225-012-0171-z, published online and *Fungal Diversity* 54 (1): 51-67.
- Marhadour S., Droz E., Laversin N., Méar A., Pavy V., Perramant M., Wambre V., Cloatre E., Ponsere N., Le Hingrat, Y., Potato variety identification using SSR in France and Switzerland, EAPR2011: The 18th Triennial Conference of the European Association for Potato Research. 2011 (poster)
- Marti G., Zufferey V., Gindro K., Viret O. et Wolfender JL. 2012. A comprehensive metabolomic study of wine from the Vaud Switzerland vineyard. *Planta Medica* 78 (11): 1263.
- Schumpp O., Bruderhöfer N., Monod M., Wolfender JL. et Gindro K. 2012. UV induction of antifungal activity in plants. *Mycoses* doi: 10.1111/j.1439-0507.2012.02192.x.
- Schürch S. 2011. Poor fungicide control of *Cercospora* leaf spot on sugar beet in Switzerland: Sensitivity monitoring of *C. beticola* isolates. In: H. W. Dehne, H. B. Deising, U. Gisi, K. H. Kuck, P. E. Russel and H. Lyr (Eds.), *Modern fungicides and antifungal compounds VI* (pp. 295-296). DPG, Braunschweig, Germany.
- Schürch S., Cordette T. 2013. Sensibilité initiale de la septoriose du blé aux fongicides SDHI (carboxamides). *Recherche Agronomique Suisse*, 4 (2): 82-87.
- Verrier J., Pronina M., Peter C., Bontems O., Fratti M., Salamin K., Schürch S., Gindro K., Wolfender JL., Harsham K. et Monod M 2012. Identification of infectious agents in onychomycoses by PCR-terminal restriction fragment length polymorphism. *Journal Of Clinical Microbiology* 50(3):553-61.
- Viret O., Dubuis P.-H., Bloesch B., Fabre A.-L., Dupuis D. 2010. Dosage des fongicides adapté à la surface foliaire en viticulture : efficacité de la lutte. *Revue suisse de viticulture arboriculture horticulture*. 42, (4), 226-233.

2.4 Données et méthodes

En règle générale, pour atteindre les objectifs fixés, les méthodes actuellement utilisées sont référencées et actualisées dans la Liste des Méthodes sous **Q:\2_ Recherche\04_AP-PA\AP2012-13\05_Methodenlisten**, selon la liste ci-dessous. Au besoin, elles seront adaptées et étoffées. De nouvelles méthodes seront développées en collaboration extra-, inter- et intra-groupe, ainsi qu'avec des partenaires extérieurs et ajoutées à la liste existante. Au fil des années, nous avons créé plusieurs bases de données contenant les informations nécessaires à l'établissement de divers types de diagnostics (base Access DIAGNOSTIC, base de données des profils variétaux) ainsi que des bases de données disponibles sur internet référençant nos collections dynamiques et herbiers (MY-COSCOPE) ou fournissant un outil de travail essentiel pour les agriculteurs (AGROMETEO). Ces bases de données sont utilisées et implémentées régulièrement et constituent un outil essentiel pour notre travail.

Methodenbeschreibung (Quellenangabe)
01.15.02.28_Pezet R. et al. 2003.
01.15.02.28_Gindro et al. 2001.
01.15.02.28_échelle fusariose épi
01.15.02.28_BBCH colza
01.15.02.28_PCR buffer 10x recipe
01.15.02.28_PCR ADN Champignon
01.15.02.28_Auréomycine stock sol
01.15.02.28_notation tournesol
01.15.02.28_repère tourneol

01.15.02.28_Milieus Actinomycètes
01.15.02.28_battage maïs fusariosé
01.15.02.28_bleu coton
01.15.02.28_Milieu BC
01.15.02.28_clonage PCR prod
01.15.02.28_semi-thin hematoxyline
01.15.02.28_semi-thin toluidine
01.15.02.28_semi-thin DAPI
01.15.02.28_TEM Uranyl-Pb
01.15.02.28_Zea serre

01.15.02.28_Fungal DNA extraction
01.15.02.28_Plant DNA extraction
01.15.02.28_ELISA Fumonisine
01.15.02.28_essais fongicides random
01.15.02.28_essais fongicides monobloc
01.15.02.28_Evapo Balzers
01.15.02.28_Evapo Denton
01.15.02.28_Duke DNA extraction
01.15.02.28_Fusox inoculation terre
01.15.02.28_mycotoxines HPLC
01.15.02.28_LRwhite feuilles
01.15.02.28_LRwhite pétioles
01.15.02.28_Erysiphe stade épidémio
01.15.02.28_fusariose sur épi maïs
01.15.02.28_culture bois Vitis
01.15.02.28_culture Fusarium de Zea
01.15.02.28_HPLC Gynko start procedure
01.15.02.28_Méthode isolement
01.15.02.28_DNA ladder
01.15.02.28>Loading buffer 5x
01.15.02.28_Carbonation grilles
01.15.02.28_Microtomie
01.15.02.28_Milieu CMC
01.15.02.28_Milieu SNA
01.15.02.28_Milieu YMA
01.15.02.28_Vigne en serre

01.15.02.28_ELISA DON
01.15.02.28_Essais fongicides GC
01.15.02.28_Mastermix C-T
01.15.02.28_Repiquage mycothèque
01.15.02.28_Milieu Phytophthora
01.15.02.28_Echantillon SEM
01.15.02.28_Séquençage FASTERIS
01.15.02.28_Sex Pythium
01.15.02.28_Milieu Ramularia
01.15.02.28_Sclerotinia pétates
01.15.02.28_Latence Phoma lingam
01.15.02.28_Vol Leptosphaeria
01.15.02.28_PBS
01.15.02.28_Taxation feuilles GC
01.15.02.28_HPLC Gynkotek
01.15.02.28_Gindro et al. 2003.
01.15.02.29_Purification d'ADN
01.15.02.29_Amplification par PCR
01.15.02.29_Electrophorèse sur Li-Cor
01.15.02.29_Interlabo SSR pdt
01.15.02.29_Test ELISA
01.15.02.29_Test ELISA méthode bioreba
01.15.02.29_Liste des milieux
01.15.02.29_Installation in vitro
01.15.02.29_Bioencapsulation

3 Pertinence et utilité

3.1 Compte rendu

Comptes rendus et activités de transfert de connaissances selon objectifs :

1 à 3 : Rapports d'analyse aux clients, implémentation base de données internet (mycoscope), mise à disposition des souches de la collection au niveau national et international (collaborations), publications technico-scientifiques.

4 à 7 : Rapports d'activité internes, publications (pratiques, scientifiques et technico-scientifiques), communiqués de presse grand public. Présentations et posters (scientifiques et vulgarisés). Projets COST, communiqués de presse.

8 à 13 : Implémentations de nouveaux modèles de prévision et de seuils d'intervention disponibles librement sur www.agrometeo, publications technico scientifiques et techniques, cours de formation aux praticiens, conférences, communiqués de presse.

14-16 : Etablissement de listes et de variétés analysées, diffusion de nouveaux cépages, publications (pratiques, scientifiques et technico-scientifiques), communiqués de presse grand public. Présentations et posters (scientifiques et vulgarisés).

17 à 19 : Projets financés par des tiers, Fonds nationaux, Publications (pratiques, scientifiques et technico-scientifiques), communiqués de presse grand public, émissions radio. Présentations et posters (scientifiques et vulgarisés).

20 à 25 : Rapports d'activité internes, implémentation des bases de données destinées à l'identification variétale, mise à jour des projets sur internet. Rapports ponctuels aux clients selon de-

mandes. Rapports annuels à l'OFAG (PAN). Publications (pratiques, scientifiques et technico-scientifiques), communiqués de presse grand public. Présentations et posters (scientifiques et vulgarisés).

3.2 Clients

OFAG, Offices phytosanitaires cantonaux, Agridea, OIV, Producteurs au niveau national et international, communauté scientifique nationale et internationale, Swisssem, DGA, CPC, Cantons romands, Swissgranum, Agroscope, Swisspatate, établissements multiplicateur, Médiplant, Pro Specie Rara, FIBL, Vitisuisse, Biosuisse.

3.3 Utilité

- **Diagnostic et renseignement** : Biodiversité fongique en collection de référence (Collections mycologiques nationales et internationales, communauté scientifique, Agroscope). Base de données publique internet.
- **Epidémiologie et étiologie** : Meilleures connaissances des pathogènes fongiques et de leur présence et impact dans les cultures (OFAG, Offices phytosanitaires cantonaux, Agridea, Producteurs au niveau national et international, communauté scientifique, Agroscope...). Publications technico-scientifiques, communiqués de presse, publications scientifiques, présentations sous forme pratique et scientifiques, crédits externes.
- **Prévision des risques et Fongicides : stratégie de lutte, techniques d'application et résistance** : Amélioration des plans de traitements, diminution des matières active, durabilité des cultures au plan écologique (OFAG, Offices phytosanitaires cantonaux, Producteurs, OIV..). Elaboration de guide traitements, de systèmes de prévision modernes et publiques liés à internet et téléphonie mobile, conférences, publications technico-scientifiques, communiqués de presse, crédits externes
- **Sensibilité variétale et aide à la sélection** : Amélioration des variétés cultivées et description des meilleures sélections pour leur résistance aux pathogènes fongiques, diminution des traitements, mise au point d'outils innovants pour l'amélioration des programmes de sélection (OFAG, Offices phytosanitaires cantonaux, Producteurs, AGRIDEA, OIV, Swissgranum...). Publications technico-scientifiques, posters, présentations sous forme pratique et scientifiques, publications scientifiques.
- **Métabolomique** : Nouvelles molécules fongicides naturelles, utilisation tant en médecine qu'en agriculture. Nouvelles molécules présentant des activités anti-oxydantes ou anti-prolifératives sur les cellules cancéreuses (communauté scientifique). Publications technico-scientifiques, communiqués de presse, publications scientifiques, présentations sous forme pratique et scientifiques, crédits externes
- **Conservatoire *in vitro***: Mise à disposition d'accessions selon demande des clients (tout client) et multiplication. Communiqués de presse, publications technico-scientifiques, crédits externes.
- **Identification variétale**: Identification de variétés connues et inconnues, règlement de litiges (tout client). Publications technico-scientifiques, posters, présentations sous forme pratique et scientifiques, publications scientifiques, crédits externes, rapports, bases de données nationales.

3.4 Impact

Réduction dans l'usage des produits phytosanitaires et utilisation plus ciblée. Augmentation des connaissances sur les pathogènes fongiques, leurs interactions avec les plantes hôtes. Amélioration des méthodes de protection des cultures et diminution des intrants phytosanitaires par des systèmes innovants d'intervention et de systèmes d'avertissement utilisant les moyens les plus récents de télépho-

nie et d'internet. Satisfaction des clients. Champ d'activité à l'origine de la production commerciale de variétés de pommes de terre modernes et anciennes. Protection des consommateurs.



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.15.2.1

Lutte intégrée et biologique contre les ravageurs en grandes cultures et viticulture

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Integrierte und biologische Schädlingsbekämpfung im Ackerbau und Weinbau
Titel Originalsprache kurz	Integrierte und biologische Schädlingsbekämpfung
Titel französisch	Lutte intégrée et biologique contre les ravageurs en grandes cultures et viticulture
Titel französisch kurz	Lutte intégrée et biologique contre les ravageurs
Titel englisch	Integrated and biological pest management in arable crops and in viticulture
Title english short	Integrated and biological pest management
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Thomas Steinger
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Patrik Kehrl
Keywords	IPM, pest insects, biocontrol, insecticide, economic threshold
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	11.2 Pflanzenproduktionsmethoden, Pflanzenschutz

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Wir entwickeln Methoden zur biologischen und integrierten Bekämpfung von Schadinsekten und –milben in Acker- sowie Spezialkulturen. Wir überwachen neu in der Schweiz auftretende Schädlinge und entwickeln mathematische Modelle für die Anwendung in computergestützten Prognose- und Warndiensten (www.agrometeo.ch). Wir überwachen die geographische Verbreitung und Abundanz von Krankheitsvektoren und erstellen Risikoanalysen. Wir verfolgen die Entwicklung von Resistenzen gegenüber Insektiziden und Akariziden und erarbeiten Strategien zum Management von Resistenzen. Wir aktualisieren regelmässig wichtige Instrumente des integrierten Pflanzenschutzes wie z.B. Schadschwellen. Wir stellen unser Knowhow in der Diagnostik von Schadorganismen bei Fragen des grenz-

überstreitenden Warenverkehrs zur Verfügung.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Öffentlichkeit und Konsumenten fordern zunehmend eine umweltschonende Produktion von gesunden und unbelasteten Nahrungsmitteln. Damit steigt im liberalisierten Umfeld der Druck auf die Produzenten, ihre Kosten zu senken. Ein Ressourcen schonender Anbau und ein nachhaltiger Pflanzenschutz sind Voraussetzung für eine ökologische Intensivierung der schweizerischen Agrarproduktion. Der moderne Pflanzenschutz steht angesichts dieses sozio-ökonomischen Umfelds, des fortschreitenden Klimawandels und der Zunahme des globalen Warenverkehrs vor grossen Herausforderungen. Die herkömmlichen Schädlinge entwickeln unter den sich verändernden klimatischen Gegebenheiten neue Verhaltensweisen, treten früher in der Saison auf oder durchlaufen multiple Generationen pro Jahr (z.B. Schadmilben, Weichwanzen, Traubenwickler, Maiszünsler). Daneben verschiebt sich die Verbreitung mediterraner und wärmeliebender Schadinsekten und -milben zunehmend Richtung Norden (z.B. Maiszünsler, Pfirsichwickler). Immer häufiger werden Schädlinge aus anderen Klimazonen eingeschleppt (z.B. Kirschessigfliege, Westlicher Maiswurzelbohrer, Tomatenminiermotte). Während klassische Pflanzenschutzmittel wegen Resistenzbildung an Wirkung verlieren (z.B. Rapsglanzkäfer, Blattläuse, Apfelwickler), lassen sich alternative Bekämpfungsstrategien nur schwer in der Praxis verankern (z.B. Trichogrammen, Raubwanzen). Eine nachhaltige Schädlingsbekämpfung fordert von den Produzenten daher umfangreiche Fachkenntnisse. Insbesondere vertieftes Wissen zur Biologie und zum Auftreten der Schädlinge, bessere Entscheidungshilfen basierend auf wissenschaftlichen Modellen und neue, umweltfreundliche Bekämpfungsstrategien werden von der Praxis stark nachgefragt.

2.2 Ziele

Oberziel: Landwirten sollen nachhaltige Lösungen zur Bekämpfung von Schadinsekten und -milben angeboten werden. Behörden sollen aktuelle Information zu geographischen Verbreitung, Gefahrenpotenzial, und Bekämpfungsstrategien von invasiven Schädlingen zur Verfügung gestellt werden. Entscheidungshilfen der integrierten Pflanzenproduktion werden laufend aktualisiert und den Interessengruppen zugänglich gemacht.

1. **Entscheidungshilfen:** A) Kenntniss der Populationsdynamik der wichtigsten Schädlingen im Acker-, Reb- und Gemüsebau. B) Erstellen und Validierung von mathematischen Modellen zur Vorhersage der Phänologie des Maiszünslers, des Rapsglanzkäfers und der Amerikanischen Rebzikader. C) Validierung und Verfeinerung eines Modells zur Abschätzung des Risikos der Virenübertragung durch Blattläuse im Saatkartoffelanbau.
2. **Schadsschwellen:** Abschätzung des Schadpotentials wichtiger Schädlinge in der Landwirtschaft und Festlegung von ökonomische Schadsschwellen.
3. **Schädlingsregulierung:** A) Optimierung integrierter Pflanzenschutzmassnahmen. B) Förderung der biologischen Schädlingsbekämpfung. C) Überwachung der Resistenz gegenüber Insektiziden bei ausgewählten Schädlingen.
4. **Diagnostik und Beratung:** Identifikation von Schädlingen und Schadbildern im Acker-, Wein- und Gemüsebau zuhänden BLW, kantonalen Fachstellen, und Produzenten. Überarbeitung technischer Merkblätter.
5. **Neue Schädlinge:** A) Gezielte Überwachung der Verbreitung und Populationsdynamik potentiell invasiver Schädlinge in der Landwirtschaft. B) Erarbeiten von Informationen zuhänden der Praxis, von Fachstellen und der Öffentlichkeit. C) Erarbeitung von effizienten Bekämpfungsstrategien.

2.3 Literaturangaben

- Arim M., Abades S.R., Neill P.E., Lima M. & Marquet P.A., 2006. Spread dynamics of invasive species. *Proc Natl Acad Sci U S A* 103, 374-378.
- Augustin S., Boonham N., De Kogel W.J., Donner P., Faccoli M., Lees D.C., Marini L., Mori N., Petrucco Toffolo E., Quilici S., Roques A., Yart A. & Battisti A., 2012. A review of pest surveillance techniques for detecting quarantine pests in Europe. *EPPO Bulletin* 42, 515-551.
- Bancal M.O., Robert C., Ney B. (2007) Modelling wheat growth and yield losses from late epidemics of foliar diseases using loss of green leaf area per layer and pre-anthesis reserves. *Ann. Bot.* 100: 777-789
- Bruggisser O., Schmidt-Entling M.H. & Bacher S., 2010. Effects of vineyard management on biodiversity at three trophic levels. *Biol. Conserv.* 143, 1521-1528.
- Derron J.O., Bertossa M., Brunetti R. & Colombi L., 2005. Phénologie du vol de la Chrysomèle des racines du maïs (*Diabrotica virgifera virgifera*) dans le sud des Alpes suisses. *Rev Suisse Agric* 37, 61-64.
- Derron J.O., Goy G. & Breitenmoser S., 2009. Caractérisation biologique de la race de la pyrale du maïs (*Ostrinia nubilalis*) à deux générations présente dans le Bassin lémanique. *Rev Suisse Agric* 41, 179-184.
- Heckel D.G., 2012. Insecticide Resistance After Silent Spring. *Science* 337, 1612-1614.
- Kehrli P., Kuske S., Baroffio C., Fischer S., Linder C., Richoz P. & Samietz J., 2013. Kirschessigfliege, neu in der Schweiz. *Schweizer Zeitschrift für Obst und Weinbau* 149, 8-12.
- Kehrli P., Pasquier D. & Charmillot P.J., 2013. 25 years of mating disruption in Switzerland. *IOBC/WPRS Bull.* 85, 25-28.
- Linder C. & Jermini M., 2007. Biologie et distributions du vecteur de la Flavescence dorée dans les vignobles. *Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 39, 97-101.
- Linder C., Kehrli P., Kuske S., Baroffio C. & Fischer S., 2013. La drosophile du cerisier, nouveau ravageur potentiel de nos vignobles. *Rev. Suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 45, 59-61.
- Linder C., Lorenzini F. & Kehrli P., 2009. Potential impact of processed *Harmonia axyridis* on the taste of 'Chasselas' and 'Pinot noir' wines. *Vitis* 48, 101-102.

2.4 Daten und Methoden

- **Entscheidungshilfen:** Die Untersuchung der Populationsdynamik und Phänologie von Schadinsekten stützt sich einerseits auf Datenerhebungen mittels Fallenfängen in landwirtschaftlichen Kulturen, andererseits auf die Modellierung der erhobenen Daten mittels statistischer und mathematischer Methoden (general(ized) linear models, time-varying distributed delays, etc.). Statistische Methoden werden zudem eingesetzt, um Zusammenhänge zwischen meteorologischen Daten und Populationsentwicklungen darzustellen und Voraussagemodelle zu entwickeln.
- **Schadsschwellen:** Zusammenhänge zwischen Schädlingsaufkommen und Ernteverlusten werden in praxisnahen Feldversuchen an mehreren Standorten in der Schweiz durchgeführt, in Zusammenarbeit mit den kantonalen Pflanzenschutzdiensten und der Hochschule für Landwirtschaft HAFL in Zollikofen.
- **Schädlingsregulierung:** Die Weiterentwicklung von Methoden der Schädlingsbekämpfung stützt sich auf Versuchen mit chemischen und biologischen Pflanzenschutzmitteln im Feld, Gewächshaus und Labor. Unsere gut ausgebautes Labor zur Aufzucht von Insekten ermöglicht die Bereitstellung von Versuchsmaterial zu jeder Jahreszeit Methoden zur Prüfung des Resistenzniveaus gegenüber PSM orientieren sich wo immer möglich an den Protokollen des Insecticide Resistance Action Committee (IRAC).

- **Neue Schädlinge:** Eine Früherkennung von potentiellen Schädlingen, die die Schweizer Landwirtschaft bedrohen könnten, erfolgt durch regelmässige Literaturrecherchen und Austausch mit internationalen Fachgremien. Das Auftreten neuer Schädlinge wird in Zusammenarbeit mit Vertretern vor Ort in der ganzen Schweiz überwacht. Unser Labor für Insektenaufzucht unter kontrollierten Bedingungen ist ein wichtiges Instrument zur Untersuchung der Biologie von neuen Schadorganismen sowie deren natürlichen Gegenspieler.

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

- Alle Daten in jährlichen internen Versuchsberichten und Datenbanken festgehalten.
- Pressemitteilungen
- Zusammenarbeit innerhalb der Konferenz der Kantonalen Pflanzenschutzdienste (KPSD)
- Wissenschaftliche Publikationen und Vorträge
- Praxisorientierte Publikationen und Vorträge
- Buchpublikation Schädlinge im Rebbau

3.2 Kunden

- Bundesamt für Landwirtschaft BLW
- Kantonale Pflanzenschutzdienste
- Agridea
- Branchenverbände
- Internationale Wissenschaftsgemeinschaft

3.3 Nutzen

Das Wissen um die geographische Verbreitung und zeitliche Dynamik wichtiger Schadererger und Krankheitsvektoren ist ein zentrales Lenkungsinstrument auf dem Weg hin zu einer nachhaltigen Landwirtschaft. Die erarbeiteten Strategien zur Lösung von Pflanzenschutzproblem, basierend auf den Prinzipien der integrierten Schädlingsbekämpfung, finden raschen Eingang in die Praxis und erhöhen die Sicherheit der landwirtschaftlichen Produktion bei gleichzeitiger Minderung schädlicher Pestizidinflüsse auf die Umwelt.

3.4 Impact

Transfer neuer Erkenntnisse an alle Akteure im Bereich Pflanzenschutz (BLW, Kantonale Pflanzenschutzdienste, Agridea, Landwirte, Branchenvertreter, Fachkommissionen) in Form von Vorträgen, Berichten, wissenschaftlichen und praxisorientierten Publikationen, technischen Merkblättern, usw. Übergeordnetes Ziel ist die Reduktion des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln in Spezial- und Ackerkulturen bei gleichzeitigem Erhalt der Ertragssicherheit.



Description du champ d'activité 14.15.3.1

Diagnostics des virus, bactéries et phytoplasmes en grandes cultures et cultures spéciales

1 Vue d'ensemble

1.1 Données de base

Titre original	Virologie et phytoplasmiologie des plantes cultivées en Suisse. Bactériologie en grandes cultures, viticulture, baies, plantes médicinales et ornementales.
Titre original abrégé	Diagnostic des virus, bactéries et phytoplasmes en grandes cultures et cultures spéciales
Titre anglais	Virology and phytoplasmiology of cultivated plants in Switzerland. Bacteriology in field crops, viticulture, berries, medicinal and ornamental plants.
Titre anglais abrégé	Diagnostic of viruses, bacteria and phytoplasms in field and special crops.
Titre allemand	Virologie und Phytoplasmiologie der Kulturpflanzen in der Schweiz. Bakteriologie im Feld-, Wein- und Beerenbau, sowie bei Medizinal- und Zierpflanzen.
Titre allemand abrégé	Diagnose von Viren, Bakterien und Phytoplasmen im Ackerbau und in Spezialkulturen.
Responsable du champ d'activité	Schaerer, Santiago
Responsable délégué du champ d'activité	Reynard, Jean-Sébastien Schumpp, Olivier
Mots-clés	Viroses, bactérioses, phytoplasmoses, diagnostic moléculaire et sérologique, épidémiologie, phage display, certification
Début	2014
Durée	4 ans
Contribution au thème central*	11.2 Pflanzenproduktionsmethoden, Pflanzenschutz

* Les pôles thématiques font partie du mandat de prestations. Chaque pôle thématique comprend 3 à 4 thèmes centraux.

1.2 Résumé

Le laboratoire de virologie-phytoplasmiologie réalise le diagnostic moléculaire et sérologique, ainsi que le suivi épidémiologique, des maladies à virus et phytoplasmes des plantes cultivées en Suisse (toutes cultures), ainsi que des maladies à bactéries dans les grandes cultures et les cultures spéciales (sauf l'arboriculture et la culture maraîchère). Il assure également le diagnostic de matériel certifié destiné à l'importation et à l'exportation. Les virus, phytoplasmes et bactéries sont à l'origine d'importantes pertes économiques et qualitatives dans toutes les plantes cultivées, et certains sont des organismes de quarantaine. Il n'existe pas de moyen de lutte directe contre eux et leur identification requiert des méthodes de diagnostics en laboratoire rationnelles, rapides et fiables. Le développement et le maintien d'anticorps spécifiques reste prioritaire et s'inscrit dans un partenariat privé-public pour le développement de tests Elisa appliqués à large échelle dans la plupart des plantes cultivées. La recherche et le développement de méthodes moléculaires ou de production de nouveaux anticorps par phage display sont des projets de développement en collaboration avec d'autres instituts de recherche. La lutte indirecte contre ces maladies implique la multiplication de matériel végétal sain. Cette activité s'inscrit dans la certification qui requiert annuellement des milliers d'analyses du matériel de base pour les pommes de terre, la vigne et les arbres fruitiers.

2 Plan de recherche / Description du champ d'activité

2.1 Problématique / Objet

1. Au cœur de l'Europe et ouverte sur plusieurs bassins importants de production agricole, l'agriculture Suisse est particulièrement exposée aux problèmes – certains graves - virologiques, phytoplasmiologiques et bactériologiques. 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. La Suisse se doit de participer aux efforts consentis par l'Europe dans le domaine de la protection des plantes. Ces démarches sont primordiales pour les pépiniéristes, les sélectionneurs et les agriculteurs. Elles le sont aussi pour les instances devant prendre des décisions.
2. Les espèces multipliées de manière végétatives (vigne, arbres fruitiers, baies, pomme de terre) sont particulièrement concernées, de par le potentiel de persistance élevé des maladies. Les collections de vignes, d'arbres fruitiers et de baies malades entretenues à l'IPV sont, pour de nombreuses accessions, uniques en Europe. Elles sont d'une importance centrale car les virus et les phytoplasmes ne se cultivent pas en milieux artificiels, et la symptomatologie est fortement influencée par le climat. Ces collections, tout comme la collection de bactéries maintenue à Changins, sont des références essentielles à notre travail, notamment du point de vue de l'étiologie des maladies. Il n'y a pas de solution curative aux viroses, phytoplasmoses et bactérioses. Le seul moyen de lutte est la prévention par la sélection sanitaire (certification de plants et de semences), par le contrôle virologique, phytoplasmiologique et bactériologique (établissement du passeport phytosanitaire) et par la lutte contre les agents vecteurs de ces maladies.
3. Il est par conséquent primordial d'adapter régulièrement les procédés de diagnostics et d'améliorer nos connaissances en matière de virus, phytoplasmes et de bactéries, en vue d'anticiper les problèmes émergents. Il est tout aussi critique d'entretenir et d'approfondir notre connaissance des viroses, des phytoplasmoses et des bactérioses (étiologie et épidémiologie) de toutes les cultures (sauf en arboriculture et en maraîchère pour la bactériologie), ainsi que notre capacité reconnue et appréciée de renseigner les praticiens sur les méthodes de lutte possibles.
4. La production agricole ainsi que ses supports (contrôles nécessaires pour l'obtention de passeports phytosanitaires ; certification de plants et de semences suisses et importées ; gestion phytosanitaire des maladies de qualité et de quarantaine) impliquent un volume très important et sans

cesse croissant d'analyses, que seul un laboratoire spécialisé et reconnu est en mesure d'effectuer. C'est le rôle dévolu au groupe de virologie-phytoplasmiologie, centre de compétence national en matière de maladies à virus et à phytoplasmes (toutes cultures confondues) et de maladies à bactéries (toutes cultures sauf l'arboriculture et la culture maraîchère). Notre centre de compétence participe ainsi à assurer une production végétale aussi efficace que durable en Suisse. Les tâches d'exécution (légales) traitées dans le cadre de ce projet et liées notamment aux organismes de quarantaine et à la certification, se basent sur l'ordonnance sur l'utilisation d'organismes dans l'environnement (RS 814.911), l'ordonnance sur la protection des végétaux (RS 916.20), l'ordonnance du DFE sur les semences et plants (RS 916.151.1), l'ordonnance du DFE sur les plantes fruitières (RS 916.151.2) et l'ordonnance du DFE sur les plants de vigne (RS 916.151.3).

2.2 Objectifs

L'orientation stratégique de nos activités vise à garantir la capacité du laboratoire de virologie, de bactériologie et de phytoplasmiologie à satisfaire les exigences fixées par diverses tâches légales, ainsi qu'à maintenir notre compétence, unique en Suisse. Les objectifs principaux pour y parvenir sont:

1. Identification et suivi (épidémiologie, étiologie) des viroses et des phytoplasmoses émergentes et récurrentes des plantes cultivées en Suisse, comme des bactérioses en grandes cultures, viticulture, horticulture et culture de plantes médicinales, baies et petits fruits. Maintien et accroissement du réseau de contacts avec les professionnels des filières concernées.
2. Développement et mise à jour des méthodes de diagnostic biochimiques, sérologiques (développement d'anticorps poly- et mono-clonaux, d'anticorps novateurs par phage display) et moléculaires.
3. Réalisation des analyses réglementées relatives aux maladies de quarantaine (FD, AP, PD, ESFY, pourritures brune et annulaire, PPV, PSTVd, PePMV, etc...), émanant des demandes de renseignement des services phytosanitaires cantonaux et d'autres instances (OFAG, certification). Réalisation du diagnostic de matériel destiné à l'importation et à l'exportation. Réalisation du diagnostic courant toutes cultures confondues.
4. Assistance à l'établissement d'ordonnances et de directives et fiches techniques liées aux contrôles obligatoires en Suisse pour la certification et ses procédures de multiplication (vigne, arbres fruitiers, pomme de terre), pour le passeport phytosanitaire et pour la quarantaine. Participation à la formation de personnel spécialisé (contrôleurs phytosanitaires,...).
5. Maintien et mise à jour des connaissances en virologie végétale, en phytoplasmiologie et en bactériologie végétale (reconnaissance, étiologie et épidémiologie), pour implémenter des stratégies de lutte et de contrôle efficaces.
6. Gestion et enrichissement des collections de références de viroses et de phytoplasmoses sur vignes, arbres fruitiers et petits fruits. Gestion et enrichissement de la collection de référence de bactéries phytopathogènes.
7. Gestion du conservatoire vigne insect-proof.
8. Transfert de technologie: nouveaux réactifs transmis aux partenaires scientifiques et industriels, collaboration interdisciplinaire ainsi qu'avec des réseaux internationaux scientifiques (ICVG; ICFV; EAPR; Euphresco; COST) pour l'acquisition et le transfert de nouvelles connaissances scientifiques et techniques.

2.3 Indications bibliographiques

Johnston H, Genini M, Bünter M et Schaerer S (2013). Phytoplasmoses en arboriculture fruitière: diagnostic par PCR en temps réel ou par PCR nichée? Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic., sous presse.

- Gerardin D, Rouffiange J, Kellenberger I, Schaerer S, Dupuis B (2013). Sensibilité de la pomme de terre à la pourriture molle provoquée par *Dickeya spp.* Recherche Agronomique Suisse **4**(6), 288-295.
- Naef A, Kuske S, Siegfried W, Dubuis P-H, Kehrli P, Linder C, Bohren C, Schaerer S, Spring J-L (2013). Pflanzenschutzempfehlungen für den Rebbau 2013/2014. Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau **2**, 1-56.
- Ramel M-E, Gugerli P, Besse S, Simonnet X et Balmelli C (2012). Molecular characterization of artemisia virus A, a new sobemovirus isolated from *Artemisia annua*. Arch Virol. **158**, 463–466.
- Reynard J-S et Gugerli P (2012). Current status of major grapevine viruses in La Côte vineyards of Switzerland. Proceedings of the 17th Congress of ICVG, Davis, California USA, 74.
- Bünter M. & Schaerer S. (2012). Phytoplasmes en arboriculture. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. **44** (1), 21.
- Höhn H, Bünter M, Dubuis P.-H, Gölles M, Holliger E, Kehrli P, Linder C, Naef A, Schaerer S, Widmer A, Wirth J (2012). Guide phytosanitaire pour l'arboriculture fruitière 2012/2013. Revue Suisse Vitic. Arboric. Hortic. **44**(1), 12-61.
- Rigotti S, Balmelli C. et Gugerli P (2011). Census Report of the Potato Virus Y (PVY) Population in Swiss Seed Potato Production in 2003 and 2008. Potato Research **54**, 105–117.
- Bünter M et Balmelli C (2011). Sharka - Vorbeugen ist wichtig. Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau **147**(21), 21-23.
- Breitenmoser S, Dubuis N, Grillot L, Brodard J et Balmelli C (2011). Les viroses du colza en Suisse. Agrarforschung Schweiz **2**(9), 388-395.
- Kessler S, Schaerer S, Delabays N, Turlings TJC, Trivellone V et Kehrli P (2011). Host plant preferences of *H. obsoletus*, the vector of the grapevine yellows disease 'bois noir', in Switzerland. Entomol Exp Appl **139**, 60–67.
- Schaerer S et Dupuis B (2010). Nouvelles pratiques pour contrer la jambe noire. Revue UFA **1**, 28-29.
- Putallaz O, Kerautret I, Bünter M, Buchmann B, Balmelli C et Besse S (2010). La Sharka en Suisse, Bilan et Perspectives. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. **42** (1), 65-67.
- Besse S, Gugerli P, Ramel M-E et Balmelli C (2009). Characterisation of mixed virus infections in *Ribes* species in Switzerland. Extended abstract ICVf meeting, Neustadt and der Weinstrasse, Germany.

2.4 Données et méthodes

Les méthodes utilisées dans les laboratoires de virologie, bactériologie et phytoplasmiologie sont disponibles sous :

Q:\2_Recherche\04_AP-PVAP201213\05_Methodenlisten\01.15.03.31_listedesmethodes_Schaerer et sous:

Q:\2_Recherche\04_AP-PVAP201213\05_Methodenlisten\01.15.03.30_listedesmethodes_Balmelli

Ces méthodes, adaptables, modernisables, voire remplaçables, nous permettent de réaliser nos objectifs. La nature de nos activités (voir sous point 3 : projets et processus), nous amène à intervenir dans des projets collaboratifs (Euphresco, CTI,...), nous permettant aussi d'ajouter à notre pool de méthodes des techniques et méthodologies nouvelles. Une part très significative de notre activité comprend les nombreux diagnostics que nous effectuons. La traçabilité et la possibilité de stocker et ressortir des données à tout moment sont essentielles et ont motivé la création de banques de données performantes (VIRO Access 07_be et DATA_BACTERIO). Ces dernières nous donnent en outre le moyen d'assurer les suivis épidémiologiques, notamment dans le cas de maladies émergentes graves (pépino mosaic virus de la tomate, flavescente dorée de la vigne, sharka sur divers *Prunus* cultivés, *Dickeya* et *Pectobacterium* de la pomme de terre,...).

3 Pertinence et utilité

3.1 Compte rendu

- Réponses aux clients (rapports d'analyses) dans le cadre des demandes de diagnostic
- Archivage des données diagnostiques dans les bases de données prévues à cet effet
- Formation de personnel dans le domaine de la PV et de la reconnaissance de maladies
- Publications techniques, technico-scientifiques et/ou scientifiques
- Parution de communiqués de presse
- Participation à des conférences et à des congrès (présentations orales ou de posters vulgarisés et/ou scientifiques).
- Séminaires internes
- Projets financés par des tiers, dans la mesure des possibilités
- Echange de souches ou de DNAs de référence

3.2 Clients

- OFAG
- Services phytosanitaires cantonaux
- Agroscope
- Organismes et associations interprofessionnels (Swissem, Vitiplant, Concerplant, Offices techniques maraîchers...)
- Service de contrôle de qualité des aliments (Qualiservice)
- Partenaires industriels (Bioreba, Swisspatat)
- Associations de promotion de l'agriculture (Agridea)
- Agriculteurs, arboriculteurs et viticulteurs
- Associations liées à la certification
- Filières de production viticole et de pomme de terre (stakeholders)
- Associations de l'interprofession (Swissem, Swisspatat)
- Partenaires européens de projets

3.3 Utilité

1. Epidémiologie, étiologie et diagnostic moléculaire, sérologique et biochimique

- Veille sanitaire des épidémies et des maladies émergentes sur le territoire suisse.
- Participation à l'élaboration des ordonnances et des circulaires en lien avec la situation phytosanitaire nationale.
- Gestion et enrichissement (indexages) des collections de plantes atteintes de viroses et de phytoplasmoses en serre et en extérieur.
- Gestion et enrichissement de la collection de bactéries phytopathogènes.
- Aide à la décision pour l'application de mesures d'éradication, ou à défaut, de prévention ou de limitations de sources d'infection.

2. Certification et contrôle des organismes de quarantaine

- Rapports d'analyses pour importations lors de contrôle aux frontières : aide à la décision pour l'importation et l'exportation concernant l'ensemble du secteur agronomique végétal en Suisse
- Contrôles sur le territoire de la situations phytosanitaire concernant les organismes réglementés (ordonnances sur la protection des végétaux/ RS 916.20 et sur l'utilisation d'organismes dans l'environnement/ RS 814.911).

- Aide à la décision concernant les mesures d'éradication (élimination de matériel végétal, destruction de parcelles contaminées, gestion des surfaces après éradication).
- Lutte contre les maladies virales, bactériennes et à phytoplasmes dans les filières certifiées (ordonnance du DFE sur les semences et plants/ RS 916.151.1).
- Mise en application de l'ordonnance sur la transmission des viroses et phytoplasmoses de la vigne (RS 916.151.3), des plantes fruitières (RS 916.151.2).
- Valorisation des clones et des variétés dans les différentes filières concernées.
- Assistance à l'établissement des ordonnances et directives en relation avec les contrôles obligatoires des viroses, phytoplasmoses et bactérioses en Suisse.

3. Développement de nouveaux outils de diagnostic

- Développement d'outils d'analyses pour l'amélioration qualitative (identifications de souches, pathovars, sous-espèces) ou quantitatives (immuno-détection) du diagnostic des maladies à virus, bactéries et phytoplasmes établies ou émergentes.
- Transfert technologique : partenaire industriel (Bioreba).

4. Formation (fiches techniques, contrôleurs, workshops).

- Formation du personnel spécialisé dans la reconnaissance de maladies d'importance économique et/ou phytosanitaire.
- Elaboration des fiches techniques permettant la reconnaissance de maladies d'importance économique et/ou phytosanitaire.
- Introduction des agriculteurs, viticulteurs et pépiniéristes à des maladies touchant leurs cultures, en ciblant des aspects tels que reconnaissance et gestion des maladies.

5. Maladies à *Dickeya* et *Pectobacterium* de la pomme de terre (jambe noire et pourriture molle).

- Amélioration des connaissances relatives à ces maladies, qui représentent le premier facteur de pertes et déclassements de lots certifiés en Suisse comme en Europe.
- A défaut de trouver la parade miracle, identification des étapes clés dans le schéma de culture et de production, permettant de limiter les pertes occasionnées par ces bactéries.
- Amélioration des techniques de diagnostic.
- Contribution à la production d'un plant certifié indigène sain et à haute valeur ajoutée (valorisation de la filière).
- Suivi épidémiologique sur le territoire helvétique, notamment en regard de l'apparition et la dissémination de nouvelles espèces et sous-espèces au potentiel agressif inquiétant.

6. Métagénomique des populations virales infectant la vigne

- Clarifier l'origine et l'étiologie de plusieurs symptômes affectant des cépages viticoles importants pour la viticulture en Suisse (Syrah, Pinot noir).
- Eviter l'arrachage anticipé d'une parcelle viticole en développant des méthodes de diagnostic et permettre ainsi la lutte préventive contre ces maladies.
- Valorisation de la filière de certification.
- Mise en place d'une base de données génomique des virus de la vigne.

7. Abandon de la rindite dans la certification de la pomme de terre: établissement du diagnostic moléculaire sur tubercule dormant

- Transfert technologique pour établir le diagnostic moléculaire des maladies virales sur tubercules dormants à l'échelle des besoins de la certification de la pomme de terre (400'000 analyses/an).
- Répondre aux besoins de la profession en respectant les consignes de sécurité qui proscrivent l'usage de la rindite, gaz fortement toxique et instable dont l'usage ne sera plus autorisé et dont l'approvisionnement est déjà compromis.

8. Euphresco GRAFDEPI (flavescente dorée) et 9. Euphresco APOPHYT

- Amélioration des connaissances relatives à ces deux maladies de quarantaine grave à caractère épidémique (FD), non épidémique mais occasionnant de lourdes pertes (ESFY).
- A défaut de trouver la parade miracle, identification de mesures concrètes et applicables dans le schéma de protection et de gestion de la culture concernée pour limiter les pertes occasionnées par ces phytoplasmoses.
- Application de la modélisation phénologique pour améliorer la précision du traitement insecticide contre l'insecte vecteur de la maladie (*Scaphoideus titanus*) de la flavescence dorée.
- Caractérisation des populations de psylles du canton du Valais, vecteurs de la maladie de l'ESFY, avec détermination de leur infectiosité par des techniques moléculaires.
- Amélioration des techniques de diagnostic.

10. Identification, développement et production d'anticorps végétaux

- Identification de nouvelles souches virales.
- Développement d'anticorps végétaux poly- et monoclonaux, reconnaissant ces nouvelles souches virales.
- Stockage des sérums et des hybridomes (anticorps monoclonaux)
- En partenariat avec Bioreba, production d'anticorps végétaux sous forme de kits commercialisés.

11. Production d'anticorps végétaux par phage display

- Identification et production d'anticorps végétaux novateurs par la technique du phage display.
- En partenariat avec Bioreba, commercialisation des anticorps développés par la recherche.

3.4 Impact

De manière générale, le champ d'activité garanti que le matériel de multiplication de la vigne et des arbres fruitiers est exempt des principaux virus et phytoplasmes, que les plants de pommes de terre annuellement plantés sont également exempt de virus et de bactéries et que les méthodes de diagnostics des maladies de quarantaine et émergentes sont fiables et actualisées.

1. Epidémiologie, étiologie et diagnostic moléculaire, sérologique et biochimique

- Laboratoire de référence (centre de compétence national) pour l'état phytosanitaire des cultures en Suisse dans le domaine de toutes les viroses et les phytoplasmoses, ainsi que les bactérioses en grandes cultures, viticulture, baies et petits fruits, plantes ornementales et médicinales.
- Données étiologiques et épidémiologiques de maladies et/ou épidémies d'importance en Suisse (flavescence dorée et bois noir sur vigne, virus de la mosaïque du pépino sur tomate, enroulement chlorotique sur abricotier, sharka sur *Prunus*, jambe noire sur pomme de terre,...)
- Soutien et valorisation des projets de recherche du groupe.
- Etablissement et maintien de réseaux de contacts avec les différentes filières pour une meilleure réactivité faces aux épidémies et aux maladies émergentes.
- Représentation suisse à COST, PVYwide et ICVG.
- Publications scientifiques

2. Certification et contrôle des organismes de quarantaine

- Surveillance du territoire Suisse en matière de maladies de quarantaine à virus et phytoplasmes (toutes cultures), ainsi qu'à bactéries (toutes cultures sauf arboriculture et culture maraîchère).
- Valorisation de la production végétale, notamment dans le cadre de la production certifiée.
- Diminution des coûts de production pour les filières concernées.
- Confirmation de l'absence de bactérioses de quarantaine en culture certifiée de pomme de terre en Suisse (nos pays voisins ont eu/ on affaire à l'une ou l'autre de ces deux redoutables maladies).
- Participation à l'établissement et à la diffusion d'une agriculture Suisse de qualité auprès des pays partenaires.
- Publications technico-scientifiques

3. Développement de nouveaux outils de diagnostics

- Laboratoire de référence pour l'analyse pour l'analyse des viroses et des phytoplasmoses (toutes cultures), ainsi que des bactérioses (grandes cultures, viticulture, baies et petits fruits, plantes ornementales et médicinales) en Suisse.
- Publications techniques et/ou scientifiques.
- Crédibilité du laboratoire pour l'établissement de partenariats publics ou privés pour des projets de recherche et l'obtention de fonds tiers.

4. Formation (fiches techniques, contrôleurs, workshops)

- Reconnaissance d'Agroscope, au travers du groupe, auprès des acteurs et professionnels impliqués dans de différentes cultures et en protection des végétaux (notamment en viticulture, culture de la pomme de terre et arboriculture fruitière).
- Publications de fiches techniques largement diffusées, à l'attention de la pratique.

5. Maladies à *Dickeya* et *Pectobacterium* de la pomme de terre (jambe noire et pourriture molle)

- Mise à disposition de la pratique de mesures visant à limiter les pertes dues à ces bactéries.
- Fichiers exhaustifs établis annuellement relatifs au degré d'infection du plant indigène et importé par les bactéries responsable de la jambe noire et de la pourriture molle (60'000-90'000 tubercules analysés par an).
- Participation à des échanges nationaux et internationaux (reconnaissance).
- Valorisation de la production certifiée de pomme de terre.
- Publications scientifiques et pour la pratique.
- Aide à l'obtention de sources de financement hors Agroscope.

6. Métagénomique des populations virales infectant la vigne

- Publications scientifiques
- Image et notoriété du laboratoire pour l'établissement de projets de recherches collaboratifs en lien avec les universités, les partenaires industriels et les institutions de financement de la recherche en permettant l'obtention de financement tiers.
- Valorisation de la culture de la vigne.
- Participation à des échanges nationaux et internationaux (reconnaissance).

7. Abandon de la rindite dans la certification de la pomme de terre : établissement du diagnostic moléculaire sur tubercule dormant

- Suppression de l'usage de la rindite.
- Gains de temps pour le diagnostic des lots de plants de pomme de terre, ce qui favorisera les échanges commerciaux au sein de la filière de production.
- Crédibilité d'Agroscope comme établissement de certification au service de la filière pomme de terre en Suisse.
- Participation à des échanges nationaux et internationaux (reconnaissance).
- Ouvre la voie au développement facilité de futurs outils de diagnostic rapides, sensibles et fiables pour d'autres maladies de la pomme de terre (bactéries et autres souches virales).

8. Euphresco GRAFDEPI (flavescence dorée) et 9. Euphresco APOPHYT

- Suivi des maladies, notamment en regard de la dissémination récente de l'insecte vecteur de la FD dans le bassin lémanique et d'au moins deux populations distinctes de psylles en Valais, principale zone de production d'abricot dans le pays..
- Mise à disposition de la pratique de l'expérience acquise dans le canton du Tessin depuis 2004.
- Maintien de la surveillance du territoire helvétique en regard de ces redoutables maladies.
- Participation à des échanges nationaux et internationaux (reconnaissance).
- Valorisation de la culture de la vigne et de celle de l'abricot.
- Publications scientifiques et pour la pratique.
- Fruits de l'obtention de sources de financement hors Agroscope.
- Economie dans l'utilisation de traitements insecticides contre la cicadelle vectrice de la maladie (durabilité de l'agriculture).

10. Identification, développement et production d'anticorps végétaux

- L'identification de nouvelles souches virales, recombinantes ou émergentes, nous permet de rester au top en matière de diagnostic viral.

- La production d'anticorps végétaux sous forme de kits commercialisés par Bioreba (partenariat ACW_Bioreba) a des retombées financières nous permettent de financer du personnel au sein du groupe.

11. Production d'anticorps végétaux par phage display

- Possibilité d'accroissement qualitatif et quantitatif de notre partenariat avec Bioreba, avec, à la clef, la possibilité d'augmenter nos capacités (personnel, parc de machines).



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.15.4.1

Unkrautbekämpfung im Ackerbau

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Unkrautbekämpfung im Ackerbau, Herbizid Einsatz, mechanische Bekämpfungsmethoden, Allelopathie, invasive Problempflanzen in der Landwirtschaft
Titel Originalsprache kurz	Unkrautbekämpfung im Ackerbau
Titre français	Gestion des adventices en grandes cultures, utilisation d'herbicides, méthodes de lutte mécaniques, allélopathie, plantes invasives problématiques en agriculture
Titre français court	Gestion des adventices en grandes cultures
Titel englisch	Weed control in field crops, use of herbicides, mechanical weed control, allelopathy, invasive problem-weeds in agriculture
Title english short	Weed control in field crops
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Wirth, Judith
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Bohren, Christian; Tschuy, Fred
Keywords	<i>Cyperus esculentus</i> , allelopathy, cover crops, herbicide resistance, mechanical control
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	11.2 Pflanzenproduktionsmethoden, Pflanzenschutz

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Unkrautbekämpfung ist in allen Kulturen notwendig, um Ertragseinbussen zu vermeiden. In vielen Fällen werden dazu Herbizide eingesetzt, was zu Umweltproblemen führen kann (z.B. Gewässerbelastung). Die Reduzierung der Herbizid Aufwandmengen und die Entwicklung alternativer Bekämpfungsmethoden ist daher eine wichtige Umweltaforderung.

1. Eine Möglichkeit dieses Ziel zu erreichen, kann der Einsatz von unkrautunterdrückenden Zwischenfrüchten zwischen zwei Hauptkulturen sein. Mit unserer Forschungsarbeit versuchen wir verschiedene Zwischenfrüchte im Hinblick auf ihre unkrautunterdrückende Wirkung zu charakte-

- risieren, um sie gezielt in der Fruchtfolge einsetzen zu können.
2. Um die weitere Verbreitung von Erdmandelgras (*Cyperus esculentus*) in der Schweiz zu verhindern und um grosse Ertragseinbussen auf fallenden landwirtschaftlichen Flächen zu vermeiden muss eine erfolgreiche Bekämpfungsstrategie gegen dieses gefährliche Unkraut entwickelt werden. Wir testen den Effekt der mechanischen Bodenbearbeitung in Kombination mit dem Einsatz verschiedener herbizider Wirkstoffe. Eine weitere Massnahme kann der Anbau konkurrenzstarker Kulturen sein.
 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. Die Herbiologie beim IPB bietet daher, in Zusammenarbeit mit den kantonalen Pflanzenschutzdiensten, schweizweit an, Verdachtsfälle auf Herbizid Resistenz zu untersuchen.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

1. Als Massnahme des Bodenschutzes müssen in der Schweiz, unter bestimmten Bedingungen, Zwischenkulturen in der Fruchtfolge obligatorisch angebaut werden, um ÖLN Direktzahlungen zu erhalten. Daher ist das Interesse an einer genauen Kenntnis der einzelnen Arten gross. Eine weitere wichtige Funktion vieler Zwischenfrüchte ist die Unkrautunterdrückung. Als Ursache dafür kann sowohl die Konkurrenz (um Licht, Nährstoffe und Wasser) als auch Allelopathie in Frage kommen. Um Zwischenfrüchte gezielt zur Unkrautbekämpfung einsetzen zu können und damit letztendlich den Herbizid-Einsatz zu verringern, muss verstanden werden, wie die einzelnen Gründünger das Wachstum anderer Pflanzen (sowohl Unkräuter als auch Kulturpflanzen) beeinträchtigen.
2. Invasive Neophyten können zu Problemunkräutern auf landwirtschaftlichen Flächen werden, wie z.B. *Ambrosia artemisiifolia*. Für diesen Neophyten wurden, auch mit Hilfe der Herbiologie, bereits erfolgreiche Bekämpfungsmassnahmen entwickelt. Ein anderes Beispiel ist das Erdmandelgras (*Cyperus esculentus*), eine Problempflanze, die sich in der Schweiz immer mehr ausbreitet, vor allem in Regionen in denen Acker- und Gemüsebau parallel betrieben werden (z.B. Seeland, Orbe Ebene, Chablais, u.a.). Erdmandelgras breitet sich hauptsächlich mittels Wurzelknöllchen aus, die an unterirdischen Rhizomen gebildet werden und im Boden überwintern. Die Knöllchenbildung im Sommer innerhalb einer Kultur ist die Basis für eine stärkere Verseuchung der Parzelle im Folgejahr. Momentan gibt es keine wirksame Bekämpfungsstrategie gegen dieses Unkraut, so dass stark befallene Flächen teilweise aufgegeben werden müssen. Zusätzlich gibt es noch viele offene Fragen zur Biologie dieses Sauergrasgewächses (Cyperaceae), wie z.B. die gebildete Anzahl an Knöllchen pro Pflanze und Jahr, die Keimfähigkeit der Samen unter Schweizer Bedingungen, die Lebensfähigkeit der Knöllchen im Boden usw. Das Problem ist so gross, dass diesbezüglich 7 Stakeholder-Anliegen eingereicht wurden, die um eine Bearbeitung dieses Themas durch Agroscope bitten.
3. Verglichen mit dem benachbarten Ausland (Frankreich, Deutschland) gibt es in der Schweiz bisher relativ wenig Herbizid Resistenz Probleme. Das ist vor allem auf die vielfältigen Fruchtfolgen und den Wechsel zwischen Sommerungen und Winterungen zurückzuführen. Nichtsdestotrotz gibt es auch in der Schweiz immer wieder resistente Unkräuter/Ungräser. Bisher hat ACW Herbizid Resistenzen bei Windhalm (*Apera spica-venti*) und Ackerfuchsschwanz (*Alopecurus myosuroides*) nachgewiesen. Vermutete Resistenzen bei Weissem Gänsefuß (*Chenopodium album*) und Deutschem Weidelgras (*Lolium perenne*) müssen noch bestätigt werden. Um jederzeit einen aktuellen Überblick über den Stand der Herbizid Resistenzen in der Schweiz zu haben und geeig-

nete Resistenzstrategien entwickeln zu können muss ein funktionierendes Monitoring etabliert und durchgeführt werden.

2.2 Ziele

1. Charakterisierung verschiedener Zwischenfrüchte in Bezug auf ihre Unkrautunterdrückende Wirkung

1.1 Unterscheidung allelopathischer Effekte von Konkurrenzfaktoren (Licht, Nährstoffe, Wasser)

1.2 Nachweis allelopathischer Effekt in Gewächshaus- und Feldstudien

1.3 Analyse von Wurzelexsudaten in Bezug auf ihre allelopathische Wirkung

2. Entwickeln einer Bekämpfungsstrategie gegen Erdmandelgras (*Cyperus esculentus*) für die landwirtschaftliche Praxis

2.1 Erarbeiten einer erfolgreichen Bekämpfungsstrategie. Ziel ist es, die Knöllchenbildung zu verhindern

2.2 Die Biologie von Erdmandelgras besser verstehen (Anzahl der gebildeten Knöllchen pro Pflanze und Jahr, Keimfähigkeit der Samen unter Schweizer Bedingungen, usw.)

2.3 Die Konkurrenzfähigkeit verschiedener Pflanzen (z.B. Zwischenfrüchte) auf *Cyperus esculentus* untersuchen

3. Etablierung eines Schweiz weiten und funktionierenden Herbizid Resistenz Monitorings

3.1 Einfließen der Daten in das Bewilligungsverfahren und in Beratungsunterlagen

2.3 Literaturangaben

1.

Delabays N., Wirth J. et al., 2009. Allelopathy: a controversial but promising phenomenon. Studies and agricultural implementation. *Revue Suisse d'Agriculture* **41**(6), 313-319.

Kumar V., Brainard D. C. et al., 2009. Suppression of Powell Amaranth (*Amaranthus powellii*) by Buckwheat Residues: Role of Allelopathy. *Weed Science* **57**(1), 66-73.

Macias F. A., Molinillo J. M. G. et al., 2007. Allelopathy - a natural alternative for weed control. *Pest Management Science* **63**(4), 327-348.

Qasem J. R., 2010. Differences in the allelopathy results from field observations to laboratory and glasshouse experiments. *Allelopathy Journal* **26**(1), 45-57.

Wirth J., Büchi L. et al., 2012. Allelopathie als natürliches Herbizid? *Landwirtschaft ohne Pflug* **9/10**, 29-34.

2.

Bohren C. & Burkhalter F., 2012. Die Bekämpfung braucht Ausdauer. *Schweizer Bauer. Feld & Stall.*: 35.

Felix, J. & Newberry G., 2012. Yellow Nutsedge Control and Reduced Tuber Production with S-metolachlor, Halosulfuron plus Dicamba, and Glyphosate in Furrow-Irrigated Corn. *Weed Technology* **26**(2), 213-219.

Nelson K. A. & Renner K. A., 2002. Yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) control and tuber production with glyphosate and ALS-inhibiting herbicides. *Weed Technology* **16**(3), 512-519.

Total R., Neuweiler R. et al., 2008. Le point sur le souchet comestible. Ed. Agroscope, Wädenswil.

3.

Delay, O. & Wirth J., 2010. Unkrautbekämpfung im Herbst beim Getreide - weshalb?" *UFA Revue* **10**: 44-45.

2.4 Daten und Methoden

Alle hauptsächlich angewandten Methoden können in Org Data unter folgendem Link gefunden werden:

Q:\2_Recherche\04_AP-PA\AP2012-13\06_Methoden

Beschreibung der Methode
01.15.01.27_Separating resource competition from allelopathy
01.15.01.27_Essai exsudats racinaires
01.15.01.27_Allelopathic effects of cover crop residues
01.15.01.27_Évaluation des essais malherbologiques au champ
01.15.01.27_Test de résistance aux herbicides
01.15.01.27_Protocole Cyperus herbicides racinaires serre
01.15.01.27_Protocole Cyperus champ
01.15.01.27_Protokoll Biologie Cyperus

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

Transfer neuer Erkenntnisse an alle Akteure im Bereich Pflanzenschutz (BLW, Kantonale Pflanzenschutzdienste, Agridea, Landwirte, Branchen Vertreter, Fachkommissionen) in Form von Vorträgen, Berichten, wissenschaftlichen und praxisorientierten Publikationen, technischen Merkblättern, usw.

3.2 Kunden

Allgemein:

- Bundesamt für Landwirtschaft BLW
- Kantonale Pflanzenschutzdienste (KPSD)
- Agridea
- Branchenverbände
- landwirtschaftliche Beratung
- Internationale Wissenschaftsgemeinschaft

Projektbezogen:

1. Landwirte die Zwischenfrüchte anbauen
2. Landwirte deren Flächen mit *Cyperus esculentus* befallen sind
3. Landwirte mit Herbizid Resistenz Problemen auf ihren Flächen

3.3 Nutzen

1. Landwirte: Zwischenfrüchte können zur Unkrautregulierung gezielt eingesetzt werden
2. Landwirte: Mit *Cyperus esculentus* befallene Flächen können saniert werden.
3. Landwirte: Herbizid-Spritzfolgen können an die aktuelle Resistenzsituation angepasst werden. Mit präventiven Herbizid Management Strategien können Herbizid Resistenzen vermieden werden.

3.4 Impact

Projektbezogen:

1. Der Einsatz von unkrautunterdrückenden Gründüngern kann zur Reduktion des Herbizid Einsatzes in einer Fruchtfolgen beitragen.
2. Die Erarbeitung einer parzellenbezogenen Bekämpfungsstrategie erlaubt der Beratung gezielte Massnahmen gegen die Verschleppung der Knöllchen auf andere Betriebe und zur Sanierung von betroffenen Regionen zu erarbeiten.
3. Der Nachweis von Herbizid Resistenzen ermöglicht dem Berater, zusammen mit dem Landwirt, eine gezielte und erfolgreiche Herbizid Strategie zu entwickeln.



Description du champ d'activité 14.15.5.1

Sélection et création variétale pour une viticulture durable et préservation de la biodiversité viticole

1 Vue d'ensemble

1.1 Données de base

Titre original	Sélection clonale, création de nouveaux cépages, conservation et production de matériel initial pour la certification, étude variétale, entretien des collections et étude ampélographique des cépages
Titre original abrégé	Sélection et création variétale pour une viticulture durable et préservation de la biodiversité viticole
Titre anglais	Clonal selection, breeding of new grape varieties, conservation and production of base material for certification, testing of grape varieties, management of collections, ampelographical studies
Titre allemand	Klonzüchtung, Züchtung neuer Rebsorten, Erhaltungszüchtung und Produktion von Basismaterial für die Zertifizierung, Sortenprüfung, Erhaltung von Rebsortensammlungen, ampelographische Studien
Titre anglais abrégé	Breeding for a sustainable viticulture and preservation of grapevine biodiversity
Titre allemand abrégé	Züchtung der Rebe für einen nachhaltigen Weinbau und für die Aufrechthaltung der biologischen Vielfalt im Rebbau
Responsable du champ d'activité	Spring Jean-Laurent
Responsable délégué du champ d'activité	
Mots-clés	Grapevine, varieties, ampelography, collection, clonal selection, grape breeding, disease resistance, wine quality, conservation, certification, virus diseases
Début	2014
Durée	4 ans
Contribution au thème central*	11.1 Neue Nutzpflanzensorten

* Les pôles thématiques font partie du mandat de prestations. Chaque pôle thématique comprend 3 à 4 thèmes centraux.

1.2 Résumé

La viticulture suisse doit faire face à des défis d'envergure, d'ordre économique avec des structures de production alpines dans un marché libéralisé et écologique avec la réduction des intrants.

L'expérimentation viticole se déroule à long terme et les domaines d'IPV sont un atout permettant la conduite d'essais dans les diverses conditions pédoclimatiques avec les cépages spécifiques à chaque région. La recherche de la vigne au vin est pluridisciplinaire comprenant le développement agronomique, l'appréciation organoleptique (micro-vinifications) ainsi que les aspects analytiques.

La création variétale est axée sur la sélection de cépages de cuve de haute qualité organoleptique, résistants aux maladies fongiques (botrytis, plus récemment également mildiou, oïdium) et adaptés aux conditions spécifiques des vignobles suisses. Neuf variétés ont déjà été homologuées et couvrent environ 800 ha en Suisse. La sélection clonale vise à prospecter et à sauvegarder à long terme la diversité biologique des cépages autochtones et traditionnels suisses et à sélectionner et diffuser les biotypes les plus intéressants dans le cadre de la filière de certification suisse, (clones Agroscope). Les 38 clones homologués jusqu'à présent de 24 cépages et 2 porte-greffe constituent l'essentiel du matériel diffusé par la filière de certification suisse et sont, pour certains, déjà très répandus dans le vignoble. Parallèlement la constitution de conservatoires transitoires permet le maintien à long terme de plus de 1300 biotypes de 14 cépages traditionnels et autochtones suisses.

La collection nationale située à Pully conserve plus de 500 accessions dont l'essentiel de l'ampélographie suisse, notamment de cépages menacés de disparition. Elle contribue également à la fourniture de matériel pour les collections gérées dans le cadre de la section vigne de la CPC et de pool génétique pour le programme de création de nouveaux cépages d'Agroscope.

2 Plan de recherche / Description du champ d'activité

2.1 Problématique / Objet

- 1) Sélection clonale : elle consiste à exploiter la variabilité génétique présente dans les cépages traditionnels et autochtones suisses afin d'obtenir des clones qui se distinguent aux niveaux agronomique, analytique et organoleptique. Documentation des performances des clones homologués et diffusés dans le cadre de la certification suisse. Entretien et alimentation de conservatoires destinés à sauvegarder à long terme la biodiversité des principaux cépages autochtones et traditionnels suisses.
- 2) Création de nouveaux cépages : certaines régions viticoles ne disposent que d'une palette variétale limitée. L'objectif est d'obtenir des cépages, principalement rouges, de qualité, résistants au botrytis et, pour certains, également au mildiou et à l'oïdium. Diffusion de ces cépages dans le cadre de la certification suisse.
- 3) Conservation et diffusion du matériel sélectionné : Agroscope exerce une responsabilité nationale pour la sélection sanitaire et la production de matériel initial pour les variétés et clones sélectionnés par Agroscope.
- 4) Testage variétal : il est réalisé pour donner suite à des demandes d'inscription de cépages dans la liste fédérale et pour juger de l'intérêt de cépages nouvellement introduits en Suisse.
- 5) Incidence des viroses : elle est mal connue en ce qui concerne le comportement végétatif et la qualité des moûts et des vins. L'étude de l'incidence de 2 sérotypes de l'enroulement est effectuée.
- 6) Entretien et gestion des collections ampélographiques : elles sont des outils de référence permettant de conserver des ressources génétiques locales et des variétés étrangères à titre de réf-

rence, d'identifier des variétés, de servir de conservatoire génétique pour les travaux d'hybridation.

2.2 Objectifs

- 1) Sélection clonale : repérer, conserver et diffuser via la certification suisse des clones des cépages traditionnels et autochtones ayant des caractéristiques agronomiques intéressantes en conservant une large diversité intravariétale. Documenter les performances pour le matériel diffusé par la filière de certification suisse.
- 2) Création de nouveaux cépages : obtenir par croisement de *Vitis vinifera* ou par croisement interspécifiques des cépages de qualité, peu sensibles à la pourriture du raisin et également à d'autres maladies fongiques
- 3) Conserver et diffuser le matériel végétal créé et sélectionné par Agroscope par la filière de certification suisse.
- 4) Etudier les variétés (clones) de *Vitis vinifera* et de cépages interspécifiques potentiellement intéressants pour la viticulture suisse.
- 5) Etudier l'influence de 2 sérotypes de l'enroulement en comparaison avec du matériel assaini par thérapie.
- 6) Entretenir et gérer une collection ampélographique de référence (ressources génétiques suisses et un choix de variétés étrangères) et maintenir les connaissances de base en matière d'ampélographie. Conserver la biodiversité de la vigne en Suisse.
- 7) Tester les caractéristiques de nouveaux clones de Pinot noir, de Pinot gris et de Rauschling pour les conditions de la Suisse alémanique. Testage de nouveaux méteils de *V. vinifera* et de cépages interspécifiques pour la Suisse allemande.

2.3 Indications bibliographiques

- Alonso-Villaverde V., Voinesco F., Viret O., 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. et 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. et 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 delection (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 A.F.; Torregosa L.; Merdinoglu D.; Wiedermann-Merdinoglu S. 2000. Vers l'obtention de varieties de vigne résistantes à l'oïdium et au mildiou par les methods 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 disease of high. Dans: Plant Defence : Biological Control. Ed. Ramawat et Mérillon, Springer Verlag., 25-54.
- Spring J.-L. ; Reynard J.-S.; Viret O.; Maigre D.; Gugerli P.; Brugger J.-J. 2012. Effet du virus 1 associé à l'enroulement (GLRaV-1) et du virus de la marbrure (GFkV) sur le compoement agronomique et la qualité des vins de Gamay. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 44 (3), 180-188.

2.4 Données et méthodes

Nom de la méthode (désignation succincte)	Description de la méthode (source)
P01.15.05.35 Sélection clonale	Le processus de sélection clonale suivi à ACW est décrit dans : Dupraz Ph. et Spring J.-L. 2010. Cépages. Principales variétés de vigne cultivées en Suisse. Editeur AMTRA. Pages 10-13.
P01.15.05.35 Hybridation	La création de nouveaux cépages est réalisée par la technique d'hybridation classique décrite dans : Huglin P. et Schneider Chr., 1998. Biologie et écologie de la vigne, 2 ^{ème} édition. Pages 176-190.
P01.15.05.35 Diagnostic foliaire	Ce contrôle destiné à l'appréciation de la nutrition minérale de la vigne est effectué selon la méthode décrite dans : Spring et al. 2003. Données de base pour la fumure en viticulture. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. Vol.35 (4). pages 5-6.
P01.15.05.35 Indice chlorophyllien du feuillage	Le contrôle de l'indice chlorophyllien du feuillage (indice N-Tester) est effectué selon la méthode décrite dans : Spring et al. 2003. Données de base pour la fumure en viticulture. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. Vol.35 (4). pages 6-7.

3 Pertinence et utilité

3.1 Compte rendu

Compte rendus et activités de transfert de connaissances selon objectifs :

- 1) Rapport interne annuel, homologation de nouveaux clones, publications technico-scientifiques, conférences, vulgarisation des résultats pour les praticiens
- 2) Rapport interne annuel, homologation de nouveaux cépages, publications technico-scientifiques, conférences, vulgarisation des résultats pour les praticiens
- 3) Introduction des nouveaux clones/variétés dans le conservatoire de Changins, diffusion du matériel de pré-base dans la filière de certification CH
- 4) Rapport annuel, publication technico-scientifique, conférence
- 5) Rapport annuel, publication scientifique ou technico-scientifique, conférence
- 6) Inventaire de collection, introduction de nouvelles accessions
- 7) Rapport annuel, publications technico-scientifiques, conférences, vulgarisation pour les praticiens.

3.2 Clients

Les principaux clients sont les viticulteurs et les entreprises viti-vinicoles suisses, les pépiniéristes viti-vinicoles suisses et leur association faîtière (FPVS), l'organisme de contrôle de la certification du matériel Vitis (VITIPLANT), les responsables de la certification au niveau de l'OFAG. Sont également concernés par cette activité : les services de vulgarisation cantonaux, AGRIDEA, les écoles de formation

(écoles d'agriculture, Hautes Ecoles spécialisées, EPFZ), collaboration avec la CPC section viticulture, Vitiswiss (commission technique), OIV (groupe d'experts).

3.3 Utilité

- 1) Sélection clonale : sauvegarde et conservation de la biodiversité des cépages traditionnels et autochtones suisses. Documentation des performances agronomiques et œnologiques des clones testés. Conservation et diffusion des clones les plus intéressants via la filière de certification suisse. Favoriser l'attractivité de la filière de certification suisse par une offre diversifiée de types intéressants et testés dans les conditions suisses des principaux cépages traditionnels et autochtones.
- 2) Création de nouveaux cépages : mettre à disposition des viticulteurs de nouveaux cépages de qualité organoleptique élevée et résistants aux principales maladies fongiques de la vigne. Diversifier les possibilités d'encépagement pour les différentes régions du vignoble suisse. Fournir du matériel végétal apte à répondre aux défis futurs et aux évolutions prévisibles de la viticulture suisse (réduction des intrants, pression écologique et économique, évolution du climat et de la pression des maladies).
- 3) Conservation et diffusion du matériel sélectionné : conservation à long terme de la biodiversité des cépages traditionnels et autochtones suisse. Gestion du conservatoire extérieur des clones Agroscope (matériel initial) et diffusion de ces clones dans le cadre de la certification suisse (alimentation des parcelles de pré-multiplication).
- 4) Testage variétal : documentation des performances agronomiques et œnologiques de différents cépages potentiellement intéressants pour la Suisse afin de documenter des demandes d'inscription dans la liste fédérale.
- 5) Incidence des viroses : préciser l'incidence de certains sérotypes de la virose de l'enroulement afin de juger de leur impact sur le comportement agronomique et œnologique de la vigne.
- 6) Entretien et gestion des collections ampélographiques : conservation à long terme de cépages traditionnels et autochtones suisses. Introduction de découvertes d'anciens cépages du vignoble suisse et détermination de leur identité. Alimentation des collections régionales des projets de la Commission pour la conservation des plantes cultivées (CPC) vigne. Maintien du pool génétique nécessaire aux travaux de création variétale.
- 7) Testage des performances agronomiques et œnologiques des nouveaux cépages et des clones de Pinot noir, de Pinot gris et de Rauschling pour les conditions du vignoble alémanique.

3.4 Impact

- 1) Clients satisfaits : viticulteurs/encaveurs, vulgarisateurs
- 2) Alimentation de la filière de certification suisse avec de nouvelles variétés et de nouveaux clones susceptibles d'assurer la performance, la viabilité et l'originalité (haute valeur ajoutée) de la vitiviniculture suisse
- 3) Conservation à long terme de la biodiversité des cépages traditionnels et autochtones suisses
- 4) Mettre à disposition des variétés résistantes permettant une orientation plus écologique de la vitiviniculture suisse (réduction des intrants, réduction des risques de résidus dans les produits)
- 5) Mettre à disposition des variétés et des clones permettant de répondre aux évolutions prévisibles du climat (résistances aux maladies et stress abiotiques)



Description du champ d'activité 14.15.5.2

Adaptation de la vigne aux stress abiotiques, physiologie et systèmes de conduite

1 Vue d'ensemble

1.1 Données de base

Titre original	Stress abiotiques, physiologie, conduite de la vigne et optimisation des techniques culturales: incidences sur le comportement physiologique et la qualité des raisins et des vins
Titre original abrégé	Adaptation de la vigne aux stress abiotiques, physiologie et systèmes de conduite
Titre allemand	Abiotische Stresse, Physiologie, Erziehungssysteme und Optimierung der technischen Verfahren: Einflüsse auf das physiologische Verhalten der Rebe und die Trauben und Weinqualität
Titre allemand abrégé	Anpassung der Rebe an abiotische Stresse, Physiologie und Erziehungssysteme
Titre anglais	Abiotic stress and canopy management: physiological behavior of the grapevine, grape and wine quality
Titre anglais abrégé	Adaptation of grapevine to abiotic stresses, physiology and canopy management
Responsable du champ d'activité	Vivian Zufferey
Responsable délégué du champ d'activité	Jean-Laurent Spring
Mots-clés	Grapevine physiology, abiotic stress, plant hydraulics, mineral nutrition, soil-plant vigor management, yield control, cultivar adaptation, grape and wine quality
Début	2014
Durée	4 ans
Contribution au thème central*	13.1 Anpassungsstrategien Klimawandel

* Les pôles thématiques font partie du mandat de prestations. Chaque pôle thématique comprend 3 à 4 thèmes centraux.

1.2 Résumé

Dans les conditions pédoclimatiques très variées du vignoble suisse, la vigne est régulièrement soumise à des contraintes environnementales qui influencent largement son comportement et la qualité de la production. Les prévisions de l'évolution du climat selon l'IPCC 2007 pour la Suisse (forte hausse des températures et des amplitudes thermiques, diminution des précipitations estivales) laissent présager que les risques d'accidents physiologiques tels que les perturbations de la maturation des raisins, le folletage des baies, le dessèchement des rafles ou encore les phénomènes d'embolie du système vasculaire de la vigne pourraient s'accroître encore à l'avenir et causer des pertes de récolte et l'altération de la qualité. L'adaptation des cépages et l'utilisation de techniques culturales adéquates s'avèrent un défi important dans ce contexte. La gestion de l'eau et de l'alimentation minérale, l'entretien du sol, la gestion de la haie foliaire et les techniques culturales adaptées aux changements climatiques visent à l'amélioration qualitative des vins suisses en adéquation avec le terroir.

2 Plan de recherche / Description du champ d'activité

2.1 Problématique / Objet

La vigne est régulièrement soumise à des contraintes environnementales qui sont principalement de nature hydrique et thermique. La situation pédoclimatique (nature des sols, réserve disponible en eau, pluviométrie) joue un rôle déterminant, mais aussi l'évolution climatique (réchauffement, déficit hydrique épisodique) observés ces quinze dernières années qui accentuent encore les risques de stress abiotiques chez la vigne. Les accidents physiologiques (blocage de la maturation, folletage des grappes, dessèchement de la rafle, cavitation et embolie des vaisseaux) pourraient s'accroître à l'avenir et causer des pertes de récolte et l'altération de la qualité selon les années et l'apparition de ces accidents. L'impact de l'élévation de la concentration en CO₂ de l'air sur la physiologie de la vigne (assimilation et respiration foliaire, potentiel de vigueur) et ses conséquences sur la qualité des raisins est très mal connu à ce jour. L'étude de l'adaptation des cépages dans ce contexte s'avère un défi très important.

Par ailleurs, une vigueur excessive de la vigne entraîne des potentiels de production élevés, une augmentation des frais de production et de certains problèmes phytosanitaires et accidents physiologiques ainsi que, parfois, une diminution de la qualité des raisins et des vins. La maîtrise de la vigueur et de la production demeurent des éléments essentiels parmi les perspectives d'amélioration de la qualité des raisins et des vins. Diverses pistes peuvent être exploitées pour parvenir à assurer une bonne gestion de la vigueur et une alimentation hydro-azotée équilibrée, notamment par le choix du matériel végétal, la gestion de l'entretien du sol et de la fumure azotée, les pratiques d'irrigation, le choix du mode de conduite de la vigne et du rapport feuille-fruit et des techniques culturales sur le cep (effeuillage). La gestion de la vigueur dans une optique qualitative nécessite d'approfondir les connaissances sur le niveau d'alimentation azotée optimal pour différents cépages (expression aromatique, typicité), qui permettront de juger de l'intérêt de certaines techniques culturales proposées.

2.2 Objectifs

1. Proposer des recommandations permettant de mieux maîtriser la vigueur et le potentiel de production naturel de la vigne, et de favoriser la maturation du raisin et la qualité des vins. Etudier cette problématique en tenant compte d'aspects liés au porte-greffe, aux techniques d'entretien du sol, à la fertilisation (azotée particulièrement), à la colonisation racinaire et à la gestion du rapport feuille-fruit.
2. Analyser les interactions entre le niveau d'alimentation azotée et les caractéristiques chimiques et organoleptiques des raisins et des vins comme les précurseurs aromatiques, l'expression aroma-

tique 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.

3. Evaluer les conséquences d'une restriction 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'eau dans le vignoble.
4. 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 et les problèmes de cavitation (réseau de parcelles d'observation).
5. Collaboration à des programmes de recherche internationaux notamment sur l'élévation de la teneur en CO₂ de l'air et de la température et ses conséquences sur la vigne.
6. Adapter les techniques culturales liées au mode de conduite de la vigne et développer des systèmes rationnels adaptés aux différentes situations topographiques du vignoble suisse.
7. Valoriser les terroirs viticoles suisses en mettant en évidence leurs caractéristiques particulières et leurs potentialités.
8. Produire en situation difficile des raisins de qualité à des coûts concurrentiels.

L'utilisation attendue des résultats de ce champ d'activité porte sur le choix de cépages et de techniques culturales adaptées à leur environnement. Une meilleure gestion de l'irrigation et une prévention des accidents physiologiques sont également considérées.

2.3 Indications bibliographiques

- [1] Schultz H.R., Stoll M. 2010. Some critical issues in environmental physiology of grapevines: future challenges and current limitations. *Austr. J. of Grape and Wine Research* 16, 4-24.
- [2] Poni S., Bernizzoni F., Civardi S., Gatti M. Porro D., Comin F. 2009. Performance and water-use efficiency (single-leaf vs. Whole-canopy) of well-watered and half-stressed split-root lambrusco grapevines grown in Po Valley (Italy). *Agriculture, Ecosystems and Environment* 129, 97-106.
- [3] Lebon E., Dumas V., Pieri P. Schultz H. 2003. Modelling the seasonal dynamics of the soil water balance of vineyards. *Functional Plant Biology* 30, 699-710.
- [4] Tregoat O., Van Leeuwen C., Choné X., Gaudillière J.-P. 2002, The assessment of vine water and nitrogen uptake by means of physiological indicators. Influence of vine development and berry potential (*Vitis vinifera* L. cv Merlot). *J. Int. Sci. Vigne et Vin* 36 (3), 133-142.
- [5] Santos T.P., Lopes C.M. Rodrigues M.L., De Souza C.R., Ricardo-Da-Silva C.R., Maroco J.P., Pereira J.S. Chaves M.M. 2005. Effects of partial root-zone drying irrigation on cluster microclimate and fruit composition of field-grown castelao grapevines. *Vitis* 44 (3), 117-125.
- [6] Spring J.-L.; F. Lorenzini 2006. Effet de la pulvérisation d'urée sur l'alimentation azotée et la qualité du chasselas en vigne enherbée. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* 38 (2), 105-113.
- [7] Zufferey V., H. Cochard, T. Ameglio, J.-L. Spring, O. Viret 2011. Diurnal cycles of embolism formation and repair in petioles of grapevine (*Vitis vinifera* cv. Chasselas). *J. Exp. Botany* 62 (11), 3885-3894.
- [8] Zufferey, V. ; D.R. Smart 2012. Stomatal behaviour of irrigated *Vitis vinifera* cv. Syrah following partial root removal. *Functional Plant Biology* 39 (12), 1019-1027.
- [9] McElrone A.J. ; Brodersen C.R. ; Alsina M.M. ; Drayton W.M. ; Matthews M.A. ; Shackel K.A. ; Wada H. ; Zufferey V. ; Choat B. 2012. Centrifuge technique consistently overestimates vulnerability to water-stress induced cavitation in grapevines as confirmed with high resolution computed tomography. *New Phytologist* 196, 661-665.
- [10] Keller M., Smith J.P., Bondada B.R. 2006. Ripening grape berries remain hydraulically connected to the shoot. *J. Exp. Botany* 57 (11), 2577-2587.
- [11] Hall, G.E., Bondada B.R., Keller M. 2011. Loss of rachis cell viability is associated with ripening disorders in grapes. *J. Exp. Botany* 62 (3), 1145-1153.
- [12] Reynard J.-S., V. Zufferey, G.N. Nicol, F. Murisier. 2011 Vine water status as a parameter of the « terroir » effect under non-irrigated conditions of the Vaud viticultural area (Switzerland). *J. Int. Sci. Vigne Vin* 45 (3), 139-147.

- [13] Reynard J.-S.; Zufferey V.; Nicol G.-N.; Murisier F. 2011 Soil parameters impact the vine-fruit-wine continuum by altering vine nitrogen status. *J. Int. Sci. Vigne Vin* 45 (4), 211-221.
- [14] Zufferey V.; Murisier F.; Vivin Ph.; Belcher S.; Lorenzini F.; Spring J.-L.; Viret O. 2012. Carbohydrate reserves in grapevine *Vitis vinifera* L. cv. Chasselas: Influence of leaf to fruit ratio. *Vitis* 51 (3), 103-110.
- [15] Spring J.-L.; Zufferey, V. 2009. Influence de l'irrigation sur le comportement de la vigne et sur la qualité de cépages rouges dans les conditions du Valais central. *Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic.* Vol. 41 (2), 103-111.

2.4 Données et méthodes

Les méthodes actuellement utilisées sont référencées et actualisées dans la Liste des Méthodes sous **Q:\2_Recherche\04_AP-PA\AP2012-13\05_Methodenlisten**, selon la liste ci-dessous.

Nom de la méthode (désignation succincte)	Description de la méthode (source)
<p>01.15.05.36</p> <p>Surface foliaire totale (SFT)</p> <p>Surface foliaire exposée (SFE)</p>	<p>La mesure de la surface foliaire totale (SFT) des souches de vignes est effectuée selon la méthodologie décrite dans :</p> <p>Carbonneau A., 1976. Principes et méthodes de mesure de la surface foliaire. Essai de caractérisation des types de feuille dans le genre <i>Vitis</i>. <i>Ann. Amél. Plantes</i> 26 (2), 327-343.</p> <p>La mesure de la surface foliaire exposée (SFE) est effectuée selon la méthodologie décrite dans :</p> <p>Carbonneau A., 1983. Méthodes de mesures simples de la surface foliaire exposée par hectare, élément déterminant du système de conduite de la vigne. <i>Conn. Vigne Vin</i> 17 (4), 281-285.</p>
<p>01.15.05.36</p> <p>Mesure des potentiels hydriques foliaires</p> <p>Mesures des flux de sève brute (Sapflow)</p> <p>Mesure de la cavitation et de l'embolie xylémienne</p>	<p>Principes de mesures selon:</p> <p>Scholander P.F., H.T. Hammel, E.D. Bradstreet, E.A. Hemmingsen, 1965. Sap pressure in vascular plants. <i>Science</i> 148, 339-346.</p> <p>Van Zyl J.L., 1987. Diurnal variation in grapevine water stress as a function of changing soil water status and meteorological conditions. <i>S. Afr. Enol. Vitic.</i> 8 (2), 45-50.</p> <p>Cermak J., J. Kucera, N. Nadezdina, 2004. Sap flow measurements with some thermodynamic methods, flow integration within trees and scaling up from sample trees to entire forest stands. <i>Trees</i> 18, 529-546.</p> <p>Cochard H., L. Coll, X. Le Roux, T. Améglio, 2002. Unravelling the effects of plant hydraulics on stomatal closure during water stress in walnut. <i>Plant Physiology</i> 128, 282-290.</p>
<p>01.15.05.36</p> <p>Diagnostic foliaire</p>	<p>Ce contrôle destiné à l'appréciation de la nutrition minérale de la vigne est effectué selon la méthode décrite dans :</p> <p>Spring et al. 2003. Données de base pour la fumure en viticulture. <i>Revue suisse Vitic. Arboric.</i></p>

	Hortic. Vol.35 (4). pages 5-6.
01.15.05.36 Indice chlorophyllien du feuillage	Le contrôle de l'indice chlorophyllien du feuillage (indice N-Tester) est effectué selon la méthode décrite dans : Spring et al. 2003. Données de base pour la fumure en viticulture. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. Vol.35 (4). pages 6-7.
01.15.05.36 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. <i>Planta</i> 153, 376-387.
	01.15.05.36 Contrôles_agro_base 01.15.05.36 Microvinif_pully 01.15.05.36 Schema_exp_statistique

3 Pertinence et utilité

3.1 Compte rendu

- **Comptes rendus et activités de transfert de connaissances selon objectifs :**

1 Etablissement de recommandations (techniques culturales, choix de porte-greffe, cépages...) pour maîtriser la vigueur et la production, publications (pratiques, scientifiques et technico-scientifiques), communiqués de presse grand public. Présentations et posters (scientifiques et vulgarisés).

2 Publications scientifiques, conférences dans symposiums et colloques internationaux. Conférences-exposés pratiques et publications technico-scientifiques.

3 Recommandations sous forme de rapports, publications pratiques et technico-scientifiques pour la gestion de l'irrigation. Conférences et organisations de journées de dégustation des vins d'essais. Enseignement dans les hautes Ecoles (ETHZ, EIC...)

4-6 Publications scientifiques et conférences dans le cadre de symposiums internationaux.

7-8 Rapports de synthèse et publications technico-scientifiques sur les potentialités des terroirs viticoles. Exposés, conférences pratiques. Communiqués de presse grand public.

Rapports annuels d'activités internes (cahier de résultats vendanges et bilans des essais)

3.2 Clients

Les principaux clients sont les viticulteurs et les entreprises viti-vinicoles suisses. Les services de vulgarisation cantonale, les écoles de formation (écoles d'agriculture, Hautes Ecoles Spécialisées en Agronomie) sont également les bénéficiaires de cette recherche. Sont également concernés par cette activité : l'OFAG et Vitiswiss, et au niveau international l'OIV. Enseignement universitaire.

3.3 Utilité

1. Choix du matériel végétal

Orientation concernant le choix de porte-greffe et de cépages adaptés en fonction des différents objectifs (maîtrise de la vigueur, carences, accidents physiologiques, types de vin).

2. Entretien du sol et alimentation azotée

Propositions de techniques et choix d'espèces pour une gestion de l'enherbement axée sur une alimentation azotée équilibrée des vignes.

Seuils critiques d'alimentation azotée en relation avec la qualité des vins.

Recommandations concernant l'intérêt et les modalités de correction azotée par voie foliaire

3. Limitation de la récolte

Bilan de l'intérêt de différentes techniques d'éclaircissage (chimique, manuel) sur les différents cépages testés.

4. Techniques culturales sur le cep

Recommandations sur les techniques d'effeuillage (période, intensité) en relation avec les risques phytosanitaires et la qualité des vins.

Propositions d'amélioration de la qualité par des techniques de concentration à la vigne (passerillage des raisins, incision annulaire)

Propositions de maîtrise de la vigueur par la réduction du développement racinaire de la vigne (sectionnement de racines)

5. Rapport feuille-fruit

Recommandation dans la gestion du rapport feuille-fruit (végétation-rendement) pour une alimentation azotée équilibrée des raisins, une bonne maturation de la vendange et la reconstitution des réserves de la plante.

Proposition de nouveaux systèmes de conduite de la vigne adaptés à des situations difficiles de production (forte pente) ou répondant à des besoins de réduction en coûts de production.

6. Stress abiotiques

Fournir des indicateurs fiables et simples de la contrainte hydrique sur vigne pour la pratique (évaluation du stress hydrique et aide à la décision pour l'irrigation).

Recommandations en matière de gestion de l'irrigation en fonction des terroirs et des cépages.

Recommandations de techniques culturales et de stratégies d'évitement et de lutte contre les accidents physiologiques occasionnés par l'évolution du climat (réchauffement, épisodes de sécheresse, augmentation du CO₂).

7. Valorisation des terroirs

Recommandations en matière d'encépagement et évaluation des facteurs limitant liés aux conditions pédoclimatiques du lieu.

Recommandations de techniques culturales les plus appropriées pour optimiser le potentiel d'un terroir (complémentation azotée sous forme d'urée foliaire, gestion des sols).

8. Distribution de l'azote dans la plante

Meilleure connaissance de la distribution de l'azote dans la plante lié à son application sur le feuillage pendant la saison et recommandation auprès des viticulteurs.

3.4 Impact

De manière générale, les résultats obtenus visent à l'amélioration qualitative des vins suisses et l'adaptation des pratiques culturales aux changements climatiques par :

1. Orienter l'encépagement et les choix de matériel végétal (porte-greffe, cépages) adaptés aux conditions pédoclimatiques suisses, et à l'évolution du climat (adaptation sol-climat-cépage)
2. Valoriser les terroirs viticoles suisses à travers la typicité et l'originalité de la production dans des conditions exceptionnelles (paysage) mais souvent difficiles d'exploitation (pente, terrasses)
3. Mettre à la disposition et à la connaissance des viticulteurs des techniques culturales permettant la meilleure adaptation possible au terroir et au changement climatique

4. Mettre à disposition des moyens de diagnostic et de lutte concernant les risques d'accidents physiologiques liés à l'évolution du climat



Description du champ d'activité 14.15.7.1

Amélioration qualitative des vins suisses et techniques œnologiques

1 Vue d'ensemble

1.1 Données de base

Titre original	Production de vin suisse de haute qualité en adéquation avec les exigences économiques et réglementaires
Titre original abrégé	Amélioration qualitative des vins suisses et techniques œnologiques
Titre allemand	Herstellung von qualitativ hochstehendem Wein in der Schweiz unter Berücksichtigung von wirtschaftlichen und rechtlichen Bedingungen
Titre allemand abrégé	Qualitätsverbesserung von Schweizer Wein und önologische Verfahren
Titre anglais	Production of high quality Swiss wine meeting economical and regulatory requirements
Titre anglais abrégé	Improved Swiss wine quality and enological technics
Responsable du champ d'activité	Rösti, Johannes
Responsable délégué du champ d'activité	Pulver, Daniel; Lorenzini, Fabrice
Mots-clés	resistant variety, off-flavor, allergenic residue, climate change, bottling, natural resource, on vine drying, polyphenol
Début	2014
Durée	4 ans
Contribution au thème central*	14.2 Qualité des aliments frais et transformés d'origine végétale et animale

* Les pôles thématiques font partie du mandat de prestations. Chaque pôle thématique comprend 3 à 4 thèmes centraux.

1.2 Résumé

L'œnologie doit en permanence relever le défi de produire des vins de haute qualité à forte valeur ajoutée, seule perspective pour la viticulture suisse dans un marché libéralisé. La création de nouveaux cépages résistants aux maladies fongiques doit permettre l'élaboration de vins uniques compa-

rables aux standards internationaux. Les paramètres de maturation pour la meilleure expression tannique en fonction des cépages sont recherchés. Des techniques de vinification amélioratrices et correctrices, notamment dans le contexte d'un climat changeant, sont expérimentées afin de maintenir et de parfaire la qualité des vins. Des produits œnologiques sans allergènes, des nouveaux types de conditionnement et des itinéraires techniques respectueux des ressources naturelles sont testés pour répondre aux nouvelles exigences de santé, durabilité et réglementaires.

2 Plan de recherche / Description du champ d'activité

2.1 Problématique / Objet

La production

Le vin suisse doit se distinguer par une excellente qualité gustative afin de justifier son prix. Celle-ci ne peut qu'être obtenue si toutes les étapes de production de la vigne à la bouteille sont effectuées de façon optimale. Pour certaines situations de la chaîne de production des problèmes techniques ou un manque de connaissances fondamentales se présentent.

1. Aptitude œnologique des nouveaux cépages

Les cépages résistants aux maladies fongiques produisent des raisins de bonne qualité mais leur transformation en vin doit être caractérisée tant au niveau technique (macération etc.) que créatif (styles de vin) afin de permettre l'élaboration de vins uniques comparables aux standards internationaux.

2. Extraction de polyphénols lors de la macération

La qualité des tannins et les propriétés de la couleur sont des paramètres déterminants pour la qualité des vins rouges. Ces deux paramètres sont principalement influencés par la dynamique de l'extraction des polyphénols lors de la macération et les réactions chimiques qui en suivent. Tandis que les concepts généraux de ces processus sont connus leur validité dans des cas particuliers (nouveaux cépages, chauffage de la vendange) doit être confirmée.

3. Correction des faux goûts de stress

Le profil des composés azotés et le manque de précurseurs aromatiques dans le moût seront à l'origine de l'apparition des faux goûts de stress. Cependant les seuils d'azotes minimaux dans les moûts pour les différents cépages ne semblent pas homogènes et devront être déterminés. D'autre part la transformation des précurseurs en composés aromatiques pourrait être favorisée par le métabolisme levurien et une protection contre l'oxydation. Une pratique œnologique permettant de corriger ces faux goûts reste donc à trouver. Et finalement un marqueur chimique dans les vins qui corrèle avec le faux goût de stress indiquant un manque de nutrition azotée de la vigne serait utile pour le soutien du conseil vitivinicole et la recherche.

4. Passerillage partiel

Le passerillage partiel améliore clairement la qualité du vin mais son application pratique reste encore empirique. Une connaissance plus approfondie des mécanismes physiques et biochimiques qui se déroulent pendant le passerillage permettront de développer des outils décisionnels pour maîtriser la technique.

5. Vinifications à pH élevé

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 peut être intéressant d'un point de vue organoleptique il y a un impact important sur la dynamique microbienne de la vinification. Des itinéraires techniques permettant d'éviter le développement de microorganismes non désirables et de contrôler le bon déroulement de la fermentation malo-lactique sont à tester.

La consommation

Une excellente qualité des vins ne permet seulement de stimuler la commercialisation si elle est perçue comme telle par le consommateur. La filière de production vitivinicole doit donc répondre à des exigences et besoins du consommateur afin de proposer un produit de qualité, attractif et sain.

6. Résidus allergènes

Récemment des résidus d'intrants ont fait l'objet d'inquiétudes notamment des traces d'auxiliaires œnologiques potentiellement allergènes. Il faut alors développer des analyses et étudier des traitements alternatifs qui ne laissent pas de traces ou qui ne sont pas allergènes.

7. Conservation du vin

Les habitudes de consommations changent continuellement permettant le développement de nouvelles formes d'emballages et d'obturation. L'impact de de ces nouvelles formes de conditionnement sur le stockage des vins doit être étudié.

8. Economie ressources naturelles

Des aspects éthiques comme la durabilité de la chaîne de production peuvent contribuer à une plus-value commerciale du produit. Certains itinéraires techniques permettant d'économiser de l'énergie et de l'eau doivent être validés concernant leur impact organoleptique sur le vin.

La réglementation

9. D'un côté la filière vitivinicole suisse est confrontée à un marché concurrencé par le reste du monde et des réglementations fortement influencés par l'Europe. De l'autre côté elle est régionale et diversifiée. Par conséquent ACW est emmené à participer à l'évaluation de nouvelles pratiques œnologiques dans le contexte suisse en soutien des clients professionnels et institutionnels (OFAG, OIV, Agridea, Vitiswiss, cantons, Forums CH et CH-D).

2.2 Objectifs

La production

1. Aptitude œnologique des nouveaux cépages

Détermination de l'aptitude œnologique des nouveaux cépages résistants (fiches techniques).

2. Extraction de polyphénols lors de la macération

Détermination du potentiel phénolique de la vendange en fonction de sa maturité et de sa provenance. Etude des facteurs (pH, température, durée, oxygène) influençant l'extraction des polyphénols lors de la macération sur cépages classiques et nouveaux.

3. Correction des faux goûts de stress

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 les prévenir ou corriger les faux goûts de stress. Identification d'un marqueur chimique liée au faux goût de stress dans les vins.

4. Passerillage partiel

Elaboration de conseils pratiques pour l'utilisation du passerillage partiel en fonction des conditions climatiques.

5. Vinifications à pH élevé

Elaboration de conseils pratiques pour éviter le développement de micro-organismes non-désirables (guide de bonne pratique). Etude de l'influence des différents moments de la fermentation malo-lactique sur la qualité des vins rouges.

La consommation

6. Résidus allergènes

Mise au point de méthodes d'analyse pour la détection de résidus allergènes dans le vin. Développement d'auxiliaires et pratiques œnologiques alternatives sans résidus ou non-allergènes.

7. Conservation du vin

Elaboration de conseils pratiques pour le choix des obturateurs des bouteilles en verre (fiche

technique). Détermination de l'impact du stockage de vin en Bag-in-Box et autres emballages synthétiques sur la qualité du vin et élaboration d'itinéraires techniques minimisant les impacts négatifs.

8. Economie ressources naturelles

Détermination de l'impact d'itinéraires techniques permettant d'économiser de l'énergie et de l'eau (p.ex. stabilisation tartrique par carboxyméthylcellulose) sur la qualité du vin.

La réglementation

9. Soutien scientifico-technique des clients professionnels et institutionnels. Evaluation d'efficacité de nouvelles pratiques œnologiques, détermination de leur influence sur la qualité du produit, établissement de conseils pratiques et élaboration de rapports d'expertise.

2.3 Indications bibliographiques

Rösti J., C.-A. Brégy, Cuénat Ph., Ferretti M. & Zufferey V. 2011. Le passerillage sur souche améliore la qualité des vins rouges. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture et Horticulture*. 43 (5), 298-306.

Rösti J. & Zufferey V. 2012. Traubentrocknen am Rebstock. *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau*. (5), 6-9.

Haug R, Rösti J. & Zufferey V. 2012. Fruchtrutenschnitt beim Garanoir. *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau*. (15), 4-7.

Rösti J., Chatelet B., Scheele-Baldinger R. & Bonneau M. 2012. A new solution for a longer wine conservation in synthetic packaging with low ecological impact. In *Proceedings of 36th World Congress of vine and wine, Bucharest Romania*. (in press).

Rösti J., Belcher S. & Jeanneret C. 2011. Influence of oenological practices on the detection of allergenic proteins in wine. In *Proceedings of 34th World Congress of vine and wine, Porto Portugal*.

2.4 Données et méthodes

D'une manière générale le travail se base tout d'abord sur des recherches bibliographiques. Un accès aisé (exhaustive et électronique) à la littérature scientifique et technico-scientifique est donc indispensable. Ensuite le travail implique majoritairement l'acquisition de données analytiques (techniques, physico-chimiques et biologiques) issus d'expérimentation au laboratoire et en production préindustrielle dans le domaine vitivinicole. Les analyses sont principalement effectuées selon des méthodes standards au sein des laboratoires d'analyses du groupe 31.3 (Qualité des vins) et 31.2 (Produktequalität, -innovation und Ernährung). Certaines analyses spécialisées sont obtenues par collaboration avec d'autres instituts de recherche et des universités ou mandatées à des laboratoires tiers. Les expérimentations préindustrielles sont effectuées à travers de l'exploitation vitivinicole d'Agroscope qui nécessite différents domaines de plantation (Domaines de Changins, Pully, Leytron, Chamoson, Cugnasco, Gudo, Wädenswil et Stäfa) et sites de production (caves de Changins et de Wädenswil) et qui travaillent selon des méthodes standardisées et traçable. Les données analytiques sont gérées par plusieurs bases de données et analysées statistiquement avant valorisation.

3 Pertinence et utilité

3.1 Compte rendu

Les résultats des travaux seront principalement diffusés par des publications et présentations technico-scientifiques. Pour ces canaux de diffusion les différents aspects régionaux importants pour la fi-

lière vitivinicole sont constamment respectés (langue, cépages etc.). La collaboration des participants de ce champ d'activité à des groupes d'experts d'organisation de vulgarisation (Agridea) ou réglementaires (OIV, Vitiswiss) va donner lieu à des fiches techniques et des guides de bonne pratique. Pour certains sujets une publication scientifique dans un journal international avec comité de lecture est envisageable.

3.2 Clients

- Interprofessions vitivinicoles suisses (romandes, suisse alémaniques et tessinoises)
- OFAG
- OFSP – chimistes cantonaux
- Agridea
- OIV
- Vitiswiss

3.3 Utilité

Interprofessions vitivinicoles suisses (romandes, suisse alémaniques et tessinoises)

- Implantation plus rapide de nouveaux cépages
- Amélioration du choix des itinéraires techniques lors de la production du vin (contrôle du passerillage, macération adaptée, révélation du potentiel aromatique, économie des ressources naturelles, vinification à pH élevé)
- Choix optimale du conditionnement en fonction du vin et de la filière de distribution.

OFAG

- Aide à la réglementation concernant des pratiques œnologiques

OFSP – chimistes cantonaux

- Aide à la réglementation concernant des pratiques œnologiques
- Aide à la réglementation concernant des résidus allergènes dans le vin

Agridea

- Contribution à l'élaboration de fiches techniques et guides de bonne pratique (obturbateurs, nouvelles pratiques œnologiques, déroulement de la FML, développement de microorganismes non-désirables)

OIV

- Aide à la réglementation concernant des pratiques œnologiques
- Aide à la réglementation concernant des résidus allergènes dans le vin

Vitiswiss

- Aide à la réglementation concernant des pratiques œnologiques

3.4 Impact

Les résultats du champ d'activité doivent contribuer à l'amélioration qualitative des vins suisses par de nouvelles connaissances en œnologie et la valorisation des cépages sélectionnés par Agroscope. La confiance des consommateurs envers les vins suisses est de ce fait renforcée.



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.19.1.1

Anwendung, Wirkung und Risikomanagement von PSM

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Beurteilung der Wirksamkeit und Sicherstellung einer technisch optimalen Anwendung und eines effektiven Risikomanagements von Pflanzenschutzmitteln
Titel Originalsprache kurz	Anwendung, Wirkung und Risikomanagement von PSM
Titel französisch	Evaluation de l'efficacité, méthodes d'application et gestion efficace des risques des produits phytosanitaires
Titel französisch kurz	Application, efficacité et gestion des risques des PP
Titel englisch	Efficacy evaluation, application methods and risk reduction management of plant protection products
Titel englisch kurz	Application, efficacy and risk management of PPP
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Graf Benno
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	-
Keywords	Plant protection products, pesticides, efficacy evaluation, pesticide risk reduction, resistance management
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema	11.2 Pflanzenproduktionsmethoden, Pflanzenschutz

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Die Pflanzenschutzmittelprüfung beinhaltet im Wesentlichen drei Teilgebiete:

1. Anwendung, Wirkung und Risikomanagement
2. Produktchemie, Umweltverhalten und Rückstände
3. Ökotoxikologie

Jedes dieser Teilgebiete wird aus organisatorischen Gründen in einem eigenen Tätigkeitsfeld bearbeitet, die Resultate fliessen aber in Form von Gutachten und Expertisen am BLW zusammen und dienen als Grundlage für die Zulassung von PSM.

Das vorliegende Tätigkeitsfeld befasst sich mit Punkt 1. Anwendung, Wirkung und Risikomanagement von PSM.

Die Wirkungs-Experten von Agroscope prüfen aufgrund von Firmendaten die Wirksamkeit und die empfohlene Anwendung sowie das Resistenzpotential zur Zulassung angemeldeter Mittel und beurteilen den agronomischen Nutzen und die Eignung für die empfohlenen Indikationen. In Einzelfällen führen sie eigene ergänzende Versuche und Erhebungen zur Definition der guten landwirtschaftlichen Praxis (GAP), für Lückenindikationen, zur Optimierung der Applikationstechnik (kulturangepasster Pflanzenschutz) oder im Rahmen des Resistenzmanagements durch. Sie entwickeln und definieren risikomindernde Massnahmen (RMM) zur Reduktion der Abdrift, des Run off, des Austrags über Drainage und zur Minderung der Effekte von PSM auf Nichtziel-Arthropoden ausserhalb der behandelten Flächen.

Das übergeordnete Ziel des Tätigkeitsfeldes ist, dass ausschliesslich Pflanzenschutzmittel eine Zulassung erhalten, die die erwartete Wirkung gegen einen oder mehrere definierte Schadorganismen aufweisen, die keine unakzeptablen Nebenwirkungen auf Mensch und Umwelt haben und deren Anwendung soweit optimiert ist, dass mit einem Minimum an Mittel ein Maximum an Wirkung erzielt wird.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Für eine nachhaltige und konkurrenzfähige Produktion qualitativ hochwertiger pflanzlicher Lebensmittel ist die Landwirtschaft auf wirksame Pflanzenschutzmittel (PSM) angewiesen. Mit PSM lassen sich Populationen von Schadorganismen (z.B. Bakterien, Pilze, Nematoden, Milben, Insekten und Unkräuter) regulieren und deren ökonomische Schäden reduzieren. Neben diesem erwünschten Effekt können PSM aber auch unerwünschte Eigenschaften wie Nebenwirkungen auf Nichtziel-Organismen, die Belastung der Umwelt (z.B. Oberflächengewässer, Boden, Grundwasser) oder Rückstände auf Erntegütern zur Folge haben. Zudem können Schadorganismen bei einseitiger und wiederholter Anwendung der selben Wirkstoffe Resistenzen entwickeln, die eine wirkungsvolle Bekämpfung verunmöglichen. Erwünscht ist deshalb eine genügend breite Palette von wirksamen Präparaten mit unterschiedlichen Wirkmechanismen und möglichst günstigem Umweltverhalten.

Gemäss Pflanzenschutzmittelverordnung (PSMV 916.161) bedürfen PSM einer Zulassung durch das Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) bevor sie vermarktet und eingesetzt werden können. Das EU-kompatible Zulassungsverfahren des Bundes hat zum Ziel, sicherzustellen, dass der Einsatz eines Pflanzenschutzmittels die gewünschte Wirkung zeigt und keine wesentlichen nachteiligen Nebenwirkungen für Mensch und Umwelt auftreten.

Im vorliegenden Tätigkeitsfeld prüfen die Experten von Agroscope aufgrund von Firmendaten die Wirksamkeit und die empfohlene Anwendung sowie das Resistenzpotential zur Zulassung angemeldeter Mittel und beurteilen den agronomischen Nutzen und die Eignung für die empfohlenen Indikationen. Dank ihrer Vernetzung mit der Forschung und Beratung 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 zur Definition der guten landwirtschaftlichen Praxis (GAP), für Lückenindikationen, zur Optimierung der Applikationstechnik (kulturangepasster Pflanzenschutz) oder im Rahmen des Resistenzmanagements durch.

Es ist zu erwarten, dass sich durch die in der neuen PSMV geforderten gezielten Überprüfung von alten Wirkstoffen und die Reevaluation zum Teil neue, restriktivere Auflagen für die Anwendung dieser Wirkstoffe aufdrängen. Aufgrund ihrer Praxiserfahrung entwickeln und definieren die Experten von Agroscope risikomindernde Massnahmen (RMM) zur Reduktion der Abdrift, des Run off, des Austrags über Drainage und zur Minderung der Effekte auf Nichtziel-Arthropoden ausserhalb der behandelten Flächen. Durch Anwendung dieser RMM können Abstandsauflagen, die zu grossen Kulturlandverlusten führen würden, schrittweise reduziert werden, ohne dass die Risiken erhöht werden.

Die Risiken von PSM für Nichtziel-Organismen und die Umwelt sowie die potentiellen Rückstände auf Erntegütern werden in den Tätigkeitsfeldern 12.1 und 12.2 beurteilt.

2.2 Ziele

Oberziel: Es erhalten ausschliesslich Pflanzenschutzmittel eine Zulassung, die die erwartete Wirkung gegen einen oder mehrere definierte Schadorganismen aufweisen, die keine unakzeptablen Nebenwirkungen auf Mensch und Umwelt haben und deren Anwendung soweit optimiert ist, dass mit einem Minimum an Mittel ein Maximum an Wirkung erzielt wird.

Die operativen Ziele sind:

1. Termingerechte, qualitativ hochwertige Gutachten der Experten zu Wirksamkeit und Anwendung von PSM und nachvollziehbare Anträge als Grundlage für eine Nutzen-Risiko-Beurteilung und einen fundierten Zulassungsentscheid des BLW.
2. Wirkungsvolle und in der Praxis umsetzbare risikomindernde Massnahmen zur Minimierung von Abdrift, Run off und Austrag von PSM über Drainage und zum Schutz von Nichtziel-Arthropoden ausserhalb der behandelten Kulturen.
3. Entwicklung von Antiresistenz-Strategien, frühzeitige Erkennung allfälliger Resistenzen von Schadorganismen gegenüber PSM und Berücksichtigung der Erkenntnisse beim Bewilligungsverfahren und in der Beratung

2.3 Literaturangaben

Agroscope Changins-Wädenswil (ACW). Datenbank für Pflanzenschutzmittel im Gemüsebau (DATAphyto). Zugang: <http://dataphyto.acw-online.ch/psm/psmweb.dll/PSM>

Bundesamt für Landwirtschaft (BLW), Pflanzenschutzmittelverzeichnis. Zugang: <http://www.blw.admin.ch/psm/produkte/index.html>

Bundesamt für Landwirtschaft (BLW), 2011. Weisung für das Einreichen von Gesuchen für das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln in der Schweiz, 19 S.

EU Parlament, 2009. Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Okt. 2009 über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln und zur Aufhebung der Richtlinie 79/117/EWG und 91/414/EWG des Rates, in der Fassung gemäss AB1. L309 vom 24. Nov. 2009, 50 S.

EU Parlament, 2009. Richtlinie 2009/128/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Okt. 2009 über einen Aktionsrahmen der Gemeinschaft für die nachhaltige Verwendung von Pestiziden, in der Fassung gemäss AB1. L309 vom 24. Nov. 2009, 16 S.

European and mediterranean Plant Protection Organisation (EPPO), EPPO standards for the efficacy evaluation of plant protection products. Zugang: <http://archives.eppo.int/EPPOStandards/efficacy.htm>

European and mediterranean Plant Protection Organisation (EPPO), EPPO activities on resistance to plant protection products. Zugang: <http://archives.eppo.int/EPPOStandards/efficacy.htm>

Höhn H., Naef A., Holliger E., Widmer A., Linder C., Dubuis P.-H., Kehrli P. & Bohren C., 2012. Pflanzenschutzempfehlungen für den Erwerbsobstbau 2012/13. Flugschrift 122, 64 S.

Naef A., Kuske S., Siegfried W., Dubuis P.-H., Kehrli P., Linder C., Bohren C., Schaerer S. & Spring J.-L., 2013. Pflanzenschutzempfehlungen für den Rebbau 2013/14. Flugschrift 124, 56 S.

Ruegg J., Jermini M., Total R. & Scettrini S., 2012. Leaf wall area and leaf area in cucumber, eggplant, sweet pepper and tomato grown in greenhouses in Switzerland. *Bulletin OEPP* 42(3), 552-559.

Ruegg J., Total R., Jermini M., Scettrini S., Wohlhauser R. & Sanderson G., 2012. Kulturangepasster Pflanzenschutz bei hochwachsenden Gemüsekulturen im Gewächshaus. *Agrarforschung Schweiz* 3(1), 28-35.

- Schweizerischer Bundesrat, 2012. Verordnung über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln (Pflanzenschutzmittelverordnung, PSMV, SR916.161) 178 S.
- Spycher S., Badertscher R., Baur R. & Daniel O., 2011. Einsatz von Pflanzenschutzmitteln: Entwicklung in der EU und in der Schweiz. *Agrarforschung Schweiz* 2(5), 232-234.
- Spycher S., Badertscher R. & Daniel O., 2013. Indikatoren für den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln in der Schweiz. *Agrarforschung Schweiz* 4(4), 192-199.

2.4 Daten und Methoden

Die Experten beurteilen Wirksamkeit, empfohlene Anwendung und das Resistenzpotential der zur Zulassung angemeldeten PSM aufgrund der von den Firmen eingereichten Dossiers. Struktur, Inhalt und Umfang dieser Dossiers ist durch die Weisung des BLW für das Einreichen von Gesuchen für das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln in der Schweiz vorgegeben. Neben umfangreichen Daten zur Chemie, zum Umweltverhalten und zur Ökotoxikologie (werden in den Tätigkeitsfeldern Produktchemie, Umweltverhalten und Rückstände und Ökotoxikologie beurteilt) müssen eine genaue Beschreibung der Anwendung und Daten zur Wirkung auf Ziel- und Nicht-Zielorganismen vorgelegt werden. In der Regel müssen die vollständigen Dossiers bis 15. Januar beim BLW eingereicht werden. Das BLW triagiert die Dossiers und stellt den Experten die relevanten Daten für den Check of Completeness (COC) und das anschliessende Gutachten zu. Auftragserteilung und Terminkoordination erfolgt über ein Internet-basiertes Task Management System (GIAPP). Die Wirkungsexperten verfassen die Gutachten in einem standardisierten Formular, in dem der ganze Beurteilungsprozess transparent abgebildet wird.

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

Die Berichterstattung zuhanden BLW erfolgt primär im Rahmen der einzelnen Gutachten. Die Leitung des IPB wird jährlich in Form einer Übersichtsstatistik über die Expertentätigkeit der einzelnen Forschungsgruppen informiert. Für Spezialprojekte wie zum Beispiel die Zusatzaufgaben im Rahmen der neuen PSMV und die Erarbeitung risikomindernder Massnahmen beim Einsatz von PSM werden Zwischen- und Schlussberichte nach Vorgaben der Auftraggeber verfasst.

Für den Wissenstransfer an die Beratung und die Praxis werden die jährlichen Pflanzenschutztagungen für Feld- und Spezialkulturen und die offiziellen Gremien der KPSD und der G3C genutzt.

3.2 Kunden

- a) BLW, Fachbereich Pflanzenschutzmittel
- b) Kantone, Landwirtschaftliche Fachstellen und Beratung
- c) Landwirtschaftliche Praxis

3.3 Nutzen

- a) BLW: Qualitativ hochstehende Gutachten als Grundlage für die Zulassung von PSM
- b) Beratung: Zuverlässige Anleitungen zum sicheren Einsatz von PSM, zur Minimierung von Risiken für Mensch und Umwelt und zu einem nachhaltigen Resistenzmanagement

- c) Landwirtschaftliche Praxis: Zuverlässige Anleitungen zum sicheren Einsatz von PSM, zur Minimierung von Risiken für Mensch und Umwelt und zu einem nachhaltigen Resistenzmanagement

3.4 Impact

- Der schweizerischen Landwirtschaft steht eine ausreichende Palette von PSM zur Verfügung, die die erwartete Wirkung gegen einen oder mehrere definierte Schadorganismen aufweisen, die nach neustem Stand des Wissens keine unakzeptablen Nebenwirkungen auf Mensch und Umwelt haben und deren Anwendung soweit optimiert ist, dass mit einem Minimum an Mittel ein Maximum an Wirkung erzielt wird.
- Für den Einsatz der PSM stehen Massnahmen zur Verfügung, die erlauben inhärente Risiken auf ein Minimum zu reduzieren.
- Für den Einsatz der PSM stehen Strategien zur Verfügung, die die Entwicklung von Resistenzen bei den Zielorganismen verhindern oder zumindest verzögern.
- Das Vertrauen der Konsumenten in die Qualität und Sicherheit schweizerischer landwirtschaftlicher Produkte wird gestärkt.



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.20.0.1

Schweizerisches Institut für Pferdemedizin

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Schweizerisches Institut für Pferdemedizin
Titel Originalsprache kurz	ISME
Titel französisch	Institut suisse de médecine équine
Titel französisch kurz	ISME
Titel englisch	Swiss Institute of Equine Medicine
Title english short	ISME
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Vinzenz Gerber
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Dominik Burger
Keywords	Equine, health, hereditary diseases, sport medicine, reproduction methods, fertility, infectious diseases, breeding, housing, welfare, training, management
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema(en)*	11.4: Tierhaltung & -zucht, Tierwohl

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 2 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

In der Schweiz wie in vielen Industrienationen hat die Pferdehaltung in den letzten 20 Jahren stark zugenommen. Ein Grossteil der Pferde befindet sich hierbei in der Landwirtschaftszone. Pferde haben bei uns nur marginale Bedeutung als Arbeitstiere, sie generieren aber Einkommen in der Landwirtschaft in Form von Zucht, Aufzucht- und Pensionspferden. Aufgrund der wachsenden Sensibilität der Gesellschaft und strenger werdenden Gesetzgebung akzentuieren sich zunehmend Fragestellungen in den Bereichen Tierschutz, Wohlbefinden, Tierhaltung und Nutzungsformen. Nach wie vor ist und bleibt in all diesen Bereichen die Tiergesundheit der wichtigste (markt-)wirtschaftliche Parameter in der Zucht, Haltung und Nutzung von Pferden. Es gilt daher, wissenschaftliche Grundlagen für die Diagnostik und Therapie, vor allem aber auch die Prävention und das Management zwecks optimaler Rentabilität und Wettbewerbsfähigkeit zu generieren.

Eine Zusammenarbeit in den Bereichen Forschung, Lehre und Dienstleistungen zwischen der Pferdeklinik der Vetsuisse-Fakultät Standort Universität Bern und der Klinik und dem Reproduktionszentrum von Agroscope besteht deshalb bereits seit vielen Jahren. Durch eine engere, institutionalisierte Zusammenarbeit zwischen der Vetsuisse-Fakultät Standort Universität Bern und Agroscope im Bereich Pferdeforschung und -lehre kann eine deutliche Stärkung der obenstehenden Aufgabenbereiche erreicht werden.

Mit der Errichtung des Institut suisse de médecine équine (ISME) wurde diesbezüglich und in der Ausrichtung des Veterinärdienstes eine grundsätzliche Neuerung geschaffen, die am 27.6.11 mit einem Kollaborationsvertrag zwischen dem Bundesamt für Landwirtschaft vertreten durch ALP-Haras und der Universität Bern vertreten durch die Vetsuisse-Fakultät besiegelt wurde und am 1.1.12 in Kraft trat: Das ISME wird getragen durch die Pferdeklinik der Vetsuisse-Fakultät Standort Universität Bern und die Klinik und das Reproduktionszentrum von Agroscope. Das Gewinnpotential mit der Errichtung des ISME ist auf allen Seiten sehr gross:

- a) Forschung – Unterstützung bei der Erfüllung des Auftrags des FB Pferde und Bienen (Tierzuchtverordnung, Leistungsauftrag) mittels
 - Zusammenarbeit Agroscope – Uni Bern in der Forschung im Bereich Pferdemedizin und Reproduktion
 - zusätzlichem Kompetenzausbau der Forschung (Erweiterung Fachkompetenzen auf beiden Seiten, etc.)
 - synergistischem Ausbau des nationalen und internationalen Netzwerks
 - Erhöhung Output/ Impact und Effizienzsteigerung (universitäre Strukturen, Flexibilität Budget und Personalanstellungen, etc.)
 - Entlastung Budget Agroscope und Generieren zusätzlicher Drittmittel (kompetitive Forschungsgelder, Dienstleistungseinnahmen, etc.)
 - Finanzielle Flexibilität zugunsten der Forschung
- b) Lehre, Weiterbildung und Wissenstransfer
 - Zusammenarbeit Agroscope – Uni Bern in der Lehre, Weiterbildung und Wissenstransfer
 - zusätzlicher Kompetenzausbau in der Lehre, Weiterbildung und Wissenstransfer (Erweiterung der Fachkompetenzen auf beiden Seiten)
- c) Dienstleistungen
 - Sicherstellung / Erweiterung (Bsp. spezialisierte chirurgische und internistische Leistungen) des Veterinärdienstes für die Gestütpferde und auf Platz Avenches mit zusätzlichem Kompetenzausbau des Veterinärdienstes (Erweiterung Fachkompetenzen auf beiden Seiten, Bildgebende Diagnostik, Rehabilitation, etc.) und Erweiterung des Patientenmaterials (für Forschung und Lehre)

Die Relevanz bezüglich Kernthema 11.4 ist sehr hoch, da mit diesem Tätigkeitsfeld Anliegen betreffend der Tiergesundheit, Zucht, und damit auch Tierwohl und Rentabilität behandelt werden.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Die Schweiz zählt insgesamt rund 100'000 Pferde (Equiden aller Art). Die Pferdehaltung und -zucht trägt zur Diversifizierung und Dezentralisierung der landwirtschaftlichen Tätigkeiten sowie zur Erhaltung der Vielfalt in den ländlichen Gebieten, insbesondere im Jura und den voralpinen Gebieten bei. Sie ist eine extensive Produktion, die vor allem durch die Verwertung von Raufutter über z.B. die Pensionshaltung von Freizeitpferden gekennzeichnet ist. Externalitäten ergeben sich vor allem in den Be-

reichen Landschaftspflege und -gestaltung, Erholung der städtischen Bevölkerung im ländlichen Raum (Tourismus und Freizeitpferdesport) sowie Erhaltung des natürlichen (Vielfalt) und soziokulturellen Erbes (Sozialstrukturen, Bewahrung der Arbeitsmethoden). Die grosse Mehrheit der 100'000 Pferde wird hauptsächlich von jungen Frauen als Freizeitpartner und zur Zucht eingesetzt. Eine Minderheit von rund 10'000 Tieren kommt regelmässig in Wettkämpfen zum Einsatz. Die Zukunft der Branche hängt grösstenteils von gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Faktoren ab, die in der Eigenverantwortung der Akteure liegen.

Insbesondere die Gesundheit und die Fruchtbarkeit nehmen hierbei eine wichtige emotionale, züchterische, sportliche aber vor allem auch wirtschaftliche Rolle ein. So wird die Gesundheit in praktisch allen Umfragen bei Pferdehaltern als wichtigstes zu beforschendes Themengebiet angegeben (Beispiel: Jahrestagungen Netzwerk Pferdeforschung Schweiz). Parallel nehmen auch die gesetzlichen und gesellschaftlichen Anforderungen an das Tierwohl ständig zu.

Mit der Kooperation ISME* der Universität Bern und Agroscope wird zu diesen Zwecken eine deutliche Stärkung der Aufgabenbereiche Pferdeforschung und -lehre, Nachwuchsförderung und Dienstleistung erreicht. Das ISME ist einerseits in der Pferdeforschung und andererseits in der Aus- und Weiterbildung von Tierärzten wie auch der Pferdehalter aktiv. Mit der Zusammenlegung der bestehenden Aktivitäten wird ein breites Spektrum zum Wohle der Pferdegesundheit abgedeckt, von der inneren Medizin und Chirurgie über die Reproduktion bis hin zur Arbeitsmedizin und Rehabilitation. Für die Praxis äusserst relevante Forschungsarbeiten sind im Gange oder geplant, so zum Beispiel in den Bereichen Erbkrankheiten, Respirations- und Hauterkrankungen, Fruchtbarkeit, Infektionskrankheiten, Tierschutz, Leistungsphysiologie, Prävention und Rehabilitation des Pferdes. Auch die Zusammenarbeit des ISME mit Partnern im In- und Ausland wird gross geschrieben und mit solchen gemeinsame Forschungsprojekte lanciert

*: Gestützt auf den Kooperationsvertrag vom 27. Juni 2011 zwischen der Universität Bern und der schweizerischen Eidgenossenschaft, vertreten durch Agroscope Liebefeld - Posieux ALP-Haras (ALP-Haras), betreffend Errichtung und Betrieb des ISME erstellt dieses mit Agroscope und dem Dekanat der Vetsuisse-Fakultät der Universität Bern jährlich eine Leistungsvereinbarung.

Hierbei gilt, dass die zwei Standorte Bern und Avenches eine Einheit bilden, wobei Personal, Betriebskredit und Infrastruktur nach Standort gemäss Kooperationsvertrag (und separater Vereinbarung vom Dezember 2011) von Bund bzw. Kanton zur Verfügung gestellt werden. Die Abrechnung erfolgt getrennt nach Typ und Standort der erbrachten Leistungen gemäss Kooperationsvertrag. Synergien zur Stärkung des Aufgabenbereichs Pferdemedizin (alle Disziplinen umfassend) entstehen durch die freie Allokation der Personal- und materiellen sowie Pferde-Ressourcen innerhalb des ISME für Forschung, Lehre und Dienstleistung, bei Gewährleistung der unten definierten Kernaufgaben an den beiden Standorten.

Die jährliche Leistungsvereinbarung orientiert sich an den gesetzlichen Grundlagen (Artikel 141 und 147 des Landwirtschaftsgesetzes; Verordnung über die landwirtschaftliche Forschung; Artikel 21 und 44 der Verfassung des Kantons Bern; Gesetz über die Universität; Universitätsverordnung), dem Leistungsauftrag von Agroscope, den jährlichen Leistungsvereinbarungen der Pferdeklinik mit dem Departement für klinische Veterinärmedizin und dem Strukturbericht Pferdeklinik im Rahmen des Berufungsverfahrens „Pferdemedizin Bern“ (27. März 2009). Als Einheit des Departements Klinische Veterinärmedizin der Vetsuisse-Fakultät Standort Universität Bern muss die Leistungsvereinbarung des ISME mit der Zielvereinbarung der Universität, insbesondere als Teil des Departementes für klinische Veterinärmedizin mit dessen Leistungsvorgaben und Zielvereinbarungen (Budgetvorgaben Pferdeklinik Standort Bern; Zielvereinbarung jährlich 2 Publikationen / Kadermitglied), und als Teil von Agroscope mit dessen Leistungsauftrag harmonisiert sein. Dies wird in Absprache der Leitung des ISME mit der Departementsleitung und dem Dekanat der Vetsuisse-Fakultät Standort Universität Bern ei-

nerseits sowie der Leitung des INT von Agroscope sichergestellt. Die Leistungsvereinbarung umfasst die Tätigkeiten des ISME, konkretisiert den Kooperationsvertrag und regelt die Schnittstellen mit Agroscope. Das Dekanat der Vetsuisse-Fakultät Standort Universität Bern und die Direktion INT Agroscope überprüfen die Einhaltung der Leistungsvereinbarung. Das ISME wird durch den Kanton Bern revidiert (mit Einsicht Bund). Das ISME erstellt jährlich einen Tätigkeits- und Finanzbericht zuhanden der Direktion INT Agroscope und des Dekanats der Vetsuisse-Fakultät der Universität Bern.

Das Personal des Bundes und das Personal der Pferdeklunik Vetsuisse-Fakultät Bern (Kanton) arbeiten an den beiden Standorten Avenches (SNG) und Bern unabhängig von ihrer Anstellung (Bund oder Kanton) zusammen in den verschiedenen Aktivitäten des ISME. Ziel ist es hierbei, Synergien zugunsten einer Steigerung des Outputs in Forschung, Lehre, Wissenstransfer und Dienstleistungen zu erreichen. Die im ISME tätigen Personen nehmen ihre Verantwortung gegenüber der Integrität des Lebens von Menschen, Tieren, Pflanzen und deren Lebensgrundlagen wahr. Im Rahmen aller Projekte wird auf ethische Bedürfnisse und Bedenken grössten Wert gelegt.

2.2 Ziele

Forschung

Die strategischen Forschungsschwerpunkte und die durchgeführten Versuche und Projekte bestimmt die Leitung des ISME (Forschungsfreiheit Art. 21 Verfassung des Kantons Bern). Die Schwerpunkte orientieren sich an

- Vorgaben aus dem Strukturbericht Pferdeklunik: klinisch orientierte Forschung (insbesondere im Bereich innere Medizin) auf international kompetitivem Niveau, die das Einwerben von Drittmitteln erlaubt
- den „priority research themes“ der Universität Bern “host-pathogen-interaction” und “translational biomedical research”
- Vorgaben aus dem Leistungsauftrag von Agroscope: umsetzungsorientierte, praxisnahe Forschung mit Relevanz für die Pferdebranche, insbesondere Erarbeitung von Reproduktionstechniken beim Pferd, namentlich für die künstliche Besamung; Übertragung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse der züchterischen Grundlagenforschung in die Praxis, Erhaltung der Biodiversität (Freibergerasse) mit Führung eines Bioarchivs inkl. tierärztliche und reproduktionstechnische Phänotypisierung

und ergeben sich aus Kompetenzen innerhalb des ISME und seiner Partner, insbesondere Kollaborationen mit Instituten der Vetsuisse-Fakultät Bern und Zürich und Agroscope. Als Forschungsschwerpunkte und –ziele 2014 – 2017 des ISME sind definiert:

1. Erbkrankheiten
2. Reproduktion
3. Infektionskrankheiten
4. Arbeitsmedizin
5. Tierschutz und Wohlbefinden (Lead bei Partnern)

Lehre

Die inhaltliche Ausrichtung der tierärztlichen Ausbildung entwickelt die Leitung des ISME (Lehrfreiheit Art. 21 Verfassung des Kantons Bern) entsprechend den Vorgaben des Vetsuisse Kurrikulums. Die Weiterbildungsprogramme (Auftrag aus Strukturbericht Pferdeklunik) richten sich nach den Vorgaben des Reglementes „FVH für Pferde“ bzw. der entsprechenden European Colleges.

Dienstleistungen

Dienstleistungen des ISME sind grundsätzlich eine Funktion von Forschung und Lehre. Sie müssen diese dementsprechend unterstützen, indem die Dienstleistung Fallmaterial und andere Ressourcen generiert. Am Standort Bern betreibt das ISME im Auftrag der Universität Bern eine Klinik mit einem permanenten Notfalldienst („service public“). Am Standort Avenches betreibt das ISME eine EU-Reproduktionsstation und tierärztliche Dienstleistungen für die Pferde des SNG und für Private.

2.3 Literaturangaben

Erbkrankheiten

- Lanz S, Gerber V, Marti E, Rettmer H, Klukowska-Rötzler J, Gottstein B, Matthews JB, Pirie S, Hamza E. Effect of hay dust extract and cyathostomin antigen stimulation on cytokine expression by PBMC in horses with recurrent airway obstruction. *Vet Immunol Immunopathol.* 2013 Aug 5. doi:pil: S0165-2427(13)00216-X. 10.1016/j.vetimm.2013.07.005.
- Klukowska-Rötzler J, Swinburne JE, Drögemüller C, Dolf G, Janda J, Leeb T, Gerber V. The interleukin 4 receptor gene and its role in recurrent airway obstruction in Swiss Warmblood horses. *Anim Genet.* 2012 Aug;43(4):450-3. doi: 10.1111/j.1365-2052.2011.02277.x. Epub 2011 Oct 28.
- Jandova V, Klukowska-Rötzler J, Dolf G, Janda J, Roosje P, Marti E, Koch C, Gerber V, Swinburne J. Whole genome scan identifies several chromosomal regions linked to equine sarcoids. *Schweiz Arch Tierheilkd.* 2012 Jan;154(1):19-25. doi: 10.1024/0036-7281/a000288
- Racine J, Gerber V, Feutz MM, Riley CP, Adamec J, Swinburne JE, Couetil LL. Comparison of genomic and proteomic data in recurrent airway obstruction affected horses using Ingenuity Pathway Analysis®. *BMC Vet Res.* 2011 Aug 15;7:48. doi: 10.1186/1746-6148-7-48. PubMed PMID: 21843342; PubMed Central PMCID: PMC3174119.

Reproduktion

- Burger D., Wedekind C., Wespi B., Imboden I., Meinecke-Tillmann S., Sieme H., The Potential Effects of Social Interactions on Reproductive Efficiency of Stallions *Journal of Equine Veterinary Science* 32, 8, 455-457, 2012.
- Wespi B., Sieme H., Wedekind C., Burger D., Exposure to stallion accelerates mares' cyclicity after winter anoestrus in horses, *submitted*
- Burger D., Meuwly C., Dolivo G., Marti E., Thomas S., Meinecke-Tillmann S., Sieme H., Wedekind C., Female MHC type affects male testosterone release in the polygynous horse (*Equus caballus*) *submitted*
- Burger D., Aepli H., Dreyer M., Marti E., Sieme H., Wedekind C., MHC signalling affects fertility in horses, *submitted*

Infektionskrankheiten

- van Galen G, Saegerman C, Marcillaud Pitel C, Patarin F, Amory H, Baily JD, Cassart D, Gerber V, Hahn C, Harris P, Keen JA, Kirschvink N, Lefere L, McGorum B, Muller JM, Picavet MT, Piercy RJ, Roscher K, Serteyn D, Unger L, van der Kolk JH, van Loon G, Verwilghen D, Westermann CM, Votion DM. European outbreaks of atypical myopathy in grazing horses (2006-2009): determination of indicators for risk and prognostic factors. *Equine Vet J.* 2012 Sep;44(5):621-5. doi: 10.1111/j.2042-3306.2012.00555.x.
- Sieber S, Gerber V, Jandova V, Rossano A, Evison JM, Perreten V. Evolution of multidrug-resistant *Staphylococcus aureus* infections in horses and colonized personnel in an equine clinic between 2005 and 2010. *Microb Drug Resist.* 2011 Sep;17(3):471-8. doi: 10.1089/mdr.2010.0188

Arbeitsmedizin

- Cardwell JM, Christley RM, Gerber V, Malikides N, Wood JL, Newton JR, Hodgson JL. What's in a name? Inflammatory airway disease in racehorses in training. *Equine Vet J.* 2011 Nov;43(6):756-8. doi: 10.1111/j.2042-3306.2010.00339.x. Epub 2011 Jun 13
- Gerber V, Schott li HC, Robinson NE. Owner assessment in judging the efficacy of airway disease treatment. *Equine Vet J.* 2011 Mar;43(2):153-8. doi:10.1111/j.2042-3306.2010.00156.x.
- Wijnberg ID, Graubner C, Auriemma E, van de Belt AJ, Gerber V. Quantitative motor unit action potential analysis in 2 paraspinal neck muscles in adult Royal Dutch Sport horses. *J Vet Intern Med.* 2011 May-Jun;25(3):592-7. doi: 10.1111/j.1939-1676.2011.0724.x. Epub 2011 Apr 12.

Tierschutz

- C. Giese, V. Gerber, M. Howald, I. Bachmann, D. Burger, Stressbelastung und Verhalten von Pferden in stromführenden gegenüber nicht stromführenden Föhranlagen, *Schw. Archiv für Tierheilkunde* (accepted)
- Graubner C, Gerber V, Doherr M, Spadavecchia C. Clinical application and reliability of a post abdominal surgery pain assessment scale (PASPAS) in horses. *Vet J.* 2011 May;188(2):178-83. doi: 10.1016/j.tvjl.2010.04.029. PubMed PMID: 20627635.

2.4 Daten und Methoden

Projektbezogen unterschiedlich gemäss Vorgaben der Universität Bern resp. DKV, Stiftung Tierspital und/ oder SNF

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

Intern: Das ISME erarbeitet einmal pro Jahr einen Tätigkeitsbericht (Leistungsnachweis) zuhanden der Direktion INT Agroscope, des Departementes für klinische Veterinärmedizin und des Dekanats der Vetsuisse-Fakultät Universität Bern. Der Tätigkeitsbericht entspricht in Format dem Leistungsnachweis des Departementes für klinische Veterinärmedizin unter Berücksichtigung der speziellen Aus-, Weiter- und Fortbildungsdienstleistungen des ISME.

Extern: Die Umsetzung der Resultate wird durch Kommunikation auf den Stufen Praxis, Beratung, nationale Forschungsgemeinschaft und internationale Forschungsgemeinschaft gewährleistet. Dies erfolgt durch die Präsentation der erzielten Ergebnisse an Tagungen und internationalen Kongressen. Ferner werden wissenschaftliche, technische und praxisorientierte Publikationen verfasst. Ausserdem fliessen die neuen Erkenntnisse in Merkblätter ein, die sich direkt an den Praktiker und die Beratung richten.

3.2 Kunden

- Zuchtorganisationen und ihre Mitglieder
- Nutzerorganisationen und ihre Akteure
- Praktiker (Tierärzte, Pferdehalter und -nutzer)
- Behörden / Politische Instanzen / Gesetzgeber
- Forscher (Universitäten, Hochschulen, etc.)
- Generell Pferdebranche

3.3 Nutzen

- Erhöhung der Tiergesundheit und damit auch des Tierwohls und der Rentabilität in der Haltung und Nutzung von Pferden.
- Erhöhung der Fruchtbarkeit und damit auch des Tierwohls und der Rentabilität in der Zucht von Pferden.
- Die im Bereich Erbkrankheiten und Reproduktion entwickelten Methoden und gewonnenen Erkenntnisse haben Modellcharakter und können in anderen Spezies angewendet werden.
- Beitrag zum langfristigen Erhalt der Pferdezucht FM mittels Sicherung der genetischen Diversität und gesteigerter Markttauglichkeit der Produkte.
- Schaffung von Grundlagen für die Gesetzgebung und den Vollzug der Gesetzgebung.

3.4 Impact

- Der Erkenntnisgewinn aus der Forschung in den Bereichen Gesundheit und Reproduktion wird national und international nachgefragt und angewandt.

- Steigerung der Tiergesundheit und damit auch Verbesserung des Tierwohls und gesteigerte Rentabilität der Pferdebranche.
- Steigerung der Fruchtbarkeit und damit auch Verbesserung des Tierwohls und gesteigerte Rentabilität in der Pferdezucht.
- Beitrag zur langfristige Sicherstellung der genetischen Diversität, der Gesundheit sowie der Marktkonformität der Freibergerrasse.
- Alle Pferderassen und andere Spezies profitieren von den entwickelten Methoden und Modellen.



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.21.1.1

Wiederkäuerproduktionssysteme

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Nachhaltige Milch- und Rindfleischproduktion
Titel Originalsprache kurz	Wiederkäuerproduktionssysteme
Titel französisch	Production durables de lait et de viande bovines
Titel französisch kurz	Système de production chez le ruminant
Titel englisch	Sustainable dairy and beef production
Title english short	dairy and beef production
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Frigga Dohme-Meier
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Fredy Schori
Keywords	dairy cow nutrition, beef cattle nutrition, emission, feed conservation, feed evaluation, grazing, meat quality, nutrient balance, organic farming
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema(en)*	11.3 Tierernährung, Graslandnutzung, Weidesysteme

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 2 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Die Milch und Fleischproduktion sind bedeutende Produktionszweige in der Schweizer Landwirtschaft. Eine bedarfsgerechte Fütterung von Milch- und Mastvieh trägt dazu bei, dass ihre Gesundheit und Produktivität gefördert wird und damit die Kosten für den Landwirt gesenkt werden können. Eine gezielte Fütterung sowie die Herstellung qualitativ hochwertiger Futtermittel mit geringen Konservierungsverlusten ermöglicht zudem eine optimale Ausnutzung der Nährstoffe, was die Belastung der Umwelt minimiert. Im Tätigkeitsfeld werden verschiedene Schwerpunkte bearbeitet. Neben Aspekten der Futterbewertung- und -konservierung werden beim Milch- und Mastvieh einige Fütterungsempfehlungen überarbeitet. Ferner wird untersucht, welche Zusammenhänge zwischen einer effizienten Weidenutzung, dem Tierwohl und dem Tiertyp bei der weidebetonten Milchproduktion bestehen. Auf dem Gebiet der Rindfleischqualität wird der Einfluss der physischen Aktivität auf die Fleischqualitätsmerk-

male untersucht. Im Themengebiet Emissionen und Stoffflüsse werden vor allem Möglichkeiten zur Verminderung tierbedingter Emissionen durch Fütterungsmassnahmen untersucht. Das Tätigkeitsfeld ist thematisch beim Schwerpunkt 11 „ökologische Intensivierung“ angesiedelt. Hier leistet es Beiträge zum Kernthema 11.3 „Tierernährung, Graslandnutzung und Weidesysteme“. Die Relevanz der Forschung im Tätigkeitsfeld hinsichtlich dieses Kernthemas ist als sehr hoch anzusehen. Alle Schwerpunkte innerhalb des Tätigkeitsfeldes beschäftigen sich direkt oder indirekt mit der Ernährung von Milchkühen und Mastvieh, wobei besonders die Gesunderhaltung der Tiere beim Erzielen optimaler Leistungen, die Verbesserung der Ressourceneffizienz sowie die Minimierung von umweltbelastenden Emissionen im Vordergrund stehen. Die Graslandnutzung wird vor allem innerhalb der Schwerpunkte „Futterkonservierung“, welche sich intensiv mit der Konservierung von Wiesenfutter, und „Fütterungsempfehlungen“ sowie „Futterbewertung“, in denen die Kohlenhydrate aus Wiesenfutter charakterisiert und hinsichtlich ihrer Wirkung im Tier beurteilt werden, bearbeitet. Innerhalb der Schwerpunkte Milchvieh- und Mastviehfütterung hat das Thema Weidesysteme einen hohen Stellenwert. Es werden verschiedene Strategien angeschaut, wie die Weide mit oder ohne Zufütterung von Rau- oder Kraffutter sowie Nebenprodukten (z. B. Schotte) effizient genutzt werden kann

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Die Milch und Fleischproduktion sind bedeutende Produktionszweige in der Schweizer Landwirtschaft. Eine bedarfsgerechte Fütterung von Milch- und Mastvieh trägt dazu bei, dass ihre Gesundheit und Produktivität gefördert wird und damit die Kosten für den Landwirt gesenkt werden können. Eine gezielte Fütterung sowie die Herstellung qualitativ hochwertiger Futtermittel mit geringen Konservierungsverlusten ermöglicht zudem eine optimale Ausnutzung der Nährstoffe, was die Belastung der Umwelt minimiert.

2.1.1 Futterbewertung

Der steigende Nährstoff- und Energiebedarf der Milchkühe und der Wunsch nach einer noch präziseren Deckung dieser Ansprüche im Hinblick auf die Verringerung der Stoffwechselbelastung und der Verbesserung der Nährstoffeffizienz rufen unter anderem nach einer differenzierteren Bewertung der Futtermittel. Dazu sind in den vergangenen Jahren Grundlagen im Bereich der Analytik der Kohlenhydrate geschaffen und neue Erkenntnisse zu ihrem Abbau im Pansen erarbeitet worden. Davon ausgehend kann das bestehende Bewertungssystem, in dem den Futtermitteln ein Globalwert für die nutzbare Energie zugewiesen wird, durch weitere Parameter ergänzt werden, die auch dynamische Faktoren wie die Fermentationsraten der Kohlenhydratfraktionen und die Passagerate berücksichtigen. Auch die Methode der Schätzung des Nettoenergiegehaltes über die verdauliche organische Substanz, so wie sie in der Schweiz angewendet wird, sollte angesichts der neuen analytischen Möglichkeiten überprüft werden.

Mit dem Verbot der Verfütterung von tierischen Proteinen (ausser Milchprodukten), dem steigenden Ergänzungsfuttereinsatz und der rückläufigen Produktion betriebseigener Proteinträger steigen die Proteinimporte entsprechend an. Heute übt die Gesellschaft vermehrt Kritik an diesen Futtermittelimporten und vor allem am Sojaimport; der Anbau von Soja wird unter anderem mit Regenwaldrodung und mit schlechten Umweltbilanzen in Zusammenhang gebracht. Die Futtermittelindustrie signalisiert schon seit einigen Jahren, dass die GVO-Freiheit von Soja nicht mehr sehr lange gewährleistet sein wird. Deshalb besteht reges Interesse an Alternativen. Dies kommt auch in den Forschungsanliegen des BLW und der Stakeholder zum Ausdruck. Als Alternativen zu importierten Proteinquellen, v. a. von Soja, rücken einheimische Futtermittel (in erster Linie Leguminosen oder auch Nebenprodukte) vermehrt in den Fokus. Zur raschen und kostengünstigen Ermittlung ihres Nährwertes für den Wiederkäuer eignen sich *in vitro*-Methoden zur Schätzung der Verdaulichkeit. Diese müssen jedoch mit *in vivo*-Untersuchungen bei Milch- und Mastvieh abgeglichen und regelmässig überprüft werden.

Mineralstoffe sind essentielle Nährstoffe für das Rindvieh, können aber bei zu hohem Einsatz zu Umweltbelastung führen (unter anderem P, Cu und Zn) und sind, als zugesetzte Mineralstoffe, nicht erneuerbare Rohstoffe. Um die Mineralstofffütterung beim Rindvieh zu planen sind gute Kenntnisse der Mineralstoffgehalte im Wiesenfutter und weiteren Grundfutter erforderlich, denn über diese Futtermittel kann ein grossen Anteil des Bedarfs der Tiere gedeckt werden. Ferner trägt die Berücksichtigung der Mineralstoffaufnahme über das Grundfutter dazu bei, Mineralstoffinteraktionen, Futterkosten und Mineralstoffverluste zu limitieren. Während den letzten vier Jahren wurde begonnen, die Mineralstoffgehalte von Wiesenfutter und dessen Konserven zu untersuchen. Es besteht Interesse, diese Untersuchungen beim Wiesenfutter weiterzuführen und auf weitere Grundfutter auszudehnen.

2.1.2 Futterkonservierung

Die Herstellung von Silagen und Dürrfutter von guter Qualität ist für eine optimale Ernährung des Milch- und Mastviehs sowie die Qualität der tierischen Produkte sehr wichtig. Genaue Kenntnisse zur Konservierbarkeit von einzelnen Pflanzen, Gras-Klee-Mischungen oder Nebenprodukten aus der Lebensmittelproduktion sind im Hinblick auf die Bereitung von qualitativ hochwertigen Futterkonserven entscheidend. Im Weiteren spielen bei der Konservierung die Verluste vom Feld bis zur Verfütterung eine wichtige Rolle. Insbesondere die Nacherwärmungen bei der Entnahme und deren Auswirkungen auf die Futterqualität und damit die Leistung der Tiere stellen auf vielen Betrieben ein Problem dar.

2.1.3 Milchviehfütterung

2.1.3.1 Weidebetonte Milchproduktion

Weidebetonte Milchproduktionssysteme stellen eine optimale Möglichkeit dar, das in weiten Teilen der Schweiz reichliche, regelmässige Graswachstum zu nutzen sowie die topografischen Nachteile zu minimieren. Ausserdem bieten weidebetonte Produktionssysteme in der Regel ökonomische sowie ökologische Vorteile (Dillon et al., 2005; Peyraud et al., 2010; Thomet et al., 2011). In der Schweiz sind 71% der landwirtschaftlichen Nutzfläche (LN) Grünlandflächen, ohne die 0.5 Mio. ha Sömmerungsflächen zu berücksichtigen. Der Anteil der LN, die biologisch bewirtschaftet wird, beträgt durchschnittlich 11% - in der Bergzone sogar 19%. Je nach Produktionssystem bzw. -form stellen sich Fragen zu den anzustrebenden Leistungen sowie zur Art und Menge der einzusetzenden Produktionsmittel.

2.1.3.2 Fütterungsempfehlungen

Die weiter steigenden Leistungspotenziale, die Forderung nach höherer Effizienz der Nährstoffverwertung und verringerten umweltbelastenden Verlusten und Emissionen wie auch die anstehenden Neuerungen bei der Futterbewertung rufen nach einer Überarbeitung resp. Erweiterung der entsprechenden Fütterungsempfehlungen für Milchkühe. Dies wird in erster Linie die Kohlenhydrate, bzw. ihre verschiedenen Fraktionen betreffen. Neben ihrer Rolle als Energiequellen ist dabei ihre Wirkung bei der Pansenfermentation in die Bewertung beziehungsweise die Empfehlungen einzubeziehen, da stabile pansenphysiologische Abläufe eine wesentliche Voraussetzung für eine maximale Nährstoff- und Energieaufnahme und für Gesundheit und Wohlbefinden des Tieres sind. Bei den Bedarfsnormen für Energie stellen sich zwei Fragen, die beantwortet werden müssen. Zum einem muss geklärt werden, ob sich bei weiter steigender Fütterungsintensität die Energieverwertung für die verschiedenen Teilleistungen verändert und wie dies in Zukunft in den Bedarfsnormen berücksichtigt werden soll. Zum anderen besteht das Bedürfnis, die Bedarfsnormen noch weiter zu spezifizieren, in besonderem Mass für weidende Tiere. Ferner erscheint es in diesem Zusammenhang sinnvoll zu sein, die Verzehrsschätzung anhand neuerer Daten zu überprüfen und allenfalls anzupassen. Ausserdem soll die Verzehrsschätzung für weidende Tiere weiterentwickelt und validiert werden.

Die graslandbasierte Schweizer Rindviehproduktion ist in Bezug auf die Mineralstoffe in erster Linie durch hohe Kaliumgehalte der Grundfuttermittel charakterisiert. Hohe Kaliumaufnahmen beeinflussen unter anderem die Magnesiumabsorption. Bessere Kenntnisse zu den Einflüssen von Mineralstoffin-

teraktionen auf deren Bioverfügbarkeit bieten die Möglichkeit, die aktuellen Fütterungsempfehlungen zu verfeinern. So können Sicherheitsmargen reduziert werden ohne das Risiko eines Mineralstoffmangels einzugehen. Dabei sind in erster Linie Mineralstoffe von Interesse, bei welchen rasch Unterversorgungen entstehen können (Magnesium), welche als limitierende Rohstoffe betrachtet werden (Phosphor), oder welche für die Umwelt ein Risiko darstellen (Phosphor, Kupfer, Zink).

2.1.4 Mastviehfütterung

La viande bovine en Suisse (viande d'égal) est produite à environ 60% dans des exploitations d'engraissement spécialisées (engraissement de taurillons), le reste étant issu de la production de génisses, des exploitations d'élevage de vaches allaitantes ou de productions extensives diverses. Les derniers essais d'Agroscope portant sur l'engraissement intensif classique remontent à plus de quinze ans. Entretemps, la production a évolué sur le plan du type génétique des animaux d'un part, du mode de production et du contexte politico-économique d'autre part. Une révision des apports alimentaires recommandés et un élargissement des normes actuelles du Livre vert s'avèrent ainsi nécessaire. Il s'agira de vérifier la conformité des normes actuelles pour différents types d'animaux comme les croisements industriels avec plusieurs races à viande. La composition de la ration (qualité des fourrages, sources protéiques complémentaires utilisées, proportion d'herbages dans la ration, etc.) et les conséquences que cela implique sur des paramètres comme l'ingestion, la couverture des besoins, la croissance et l'efficacité alimentaire, la complémentation minérale et vitaminique, la conformité des carcasses produites par rapport au système de classification, la qualité de la viande ainsi que sur la durabilité de l'ensemble du système de production doivent être examinées.

2.1.5 Rindfleischqualität

La production de viande au pâturage, la production la plus répandue sur le plan international, est relativement récente en Suisse. Le bétail d'égal est composé encore à 60% de taurillons issus de pratiques intensives en stabulation libre. Le retour à des pratiques d'engraissement plus extensives d'engraissement, encouragées par les pouvoirs publics, pourrait modifier positivement ou négativement la qualité de la viande. Les effets engendrés par ces changements sur la couleur de la viande et de la graisse sont bien établis. La viande produite à l'herbe est plus foncée et la graisse de couverture plus jaune. Pour la tendreté, une diminution a été observée par certains auteurs qui serait due à une augmentation de l'activité physique. La tendreté en viande bovine étant le critère sensoriel le plus important pour le consommateur, le plus problématique en raison de sa variabilité et le plus difficile à maîtriser puisque multifactoriel et impliquant plusieurs intervenants de la filière viande, des travaux de recherche sont nécessaires dans les domaines où les connaissances sont encore lacunaires ou contradictoires. Les résultats obtenus en production de viande montagne ont montré dans certains cas une augmentation de la dureté de la viande de 30% (Dufey, 2009). Un autre problème est également apparu lors d'une enquête suisse sur le niveau de tendreté de neuf muscles utilisés comme steak. Le filet, théoriquement et potentiellement le plus tendre, n'a obtenu qu'un 7e rang. Les investigations entreprises ont montré la présence de contractures anormales pour lesquels il est nécessaire de poursuivre les travaux de recherche afin de comprendre ce qui les provoque.

2.1.6 Emissionen und Stoffflüsse

Die tierischen Ausscheidungen decken als Gülle und Mist (Hofdünger) über zwei Drittel des Nährstoffbedarfes im Pflanzenbau. Gleichzeitig können sie durch Emissionen in die Atmosphäre oder Gewässer die Umwelt belasten. Die Optimierung der Tierhaltung und der Hofdüngewirtschaft kann diese Umweltrisiken erheblich reduzieren. Dies setzt ein gutes Verständnis der Stoffflüsse und Emissionsprozesse sowie zuverlässige Normen und Handlungsempfehlungen für die Düngung voraus. In der Milch- und Fleischproduktion gibt es ein grosses Potenzial die Effizienz der Proteinverwertung zu verbessern und so N-Ausscheidungen sowie die Ammoniak- und Lachgasemissionen zu verringern.

Quantifizierung und Verminderung von Ammoniakemissionen

Die Schweiz muss die Ammoniakemissionen deutlich reduzieren. Um dies zu erreichen sind fundierte

Kenntnisse zu den Emissionsprozessen und zur Wirksamkeit emissionsmindernder Massnahmen notwendig.

Normen und Umsetzungseffizienz

Gülle und Mist liefern über zwei Drittel der in der Schweiz eingesetzten Düngernährstoffe. Für die zuverlässige Düngungsplanung und für Kontrollinstrumente im Vollzug braucht es Normen, welche die gängige Produktionstechnik differenziert und zuverlässig abbilden.

Bioaktive Substanzen

Kondensierte Tannine (KT) und Polyphenoloxidase (PPO) sind bioaktive Substanzen, die zu den sekundären Inhaltsstoffen zählen. Sie werden nur in speziellen Zelltypen gebildet und grenzen sich von primären Pflanzeninhaltsstoffen dadurch ab, dass sie für die Pflanzen nicht lebensnotwendig sind. Einige einheimische Futterleguminosen enthalten diese Substanzen.

2.2 Ziele

2.2.1 Futterbewertung

1. Eine schnelle und zuverlässige Methode zur Ermittlung des von (Rau-)Futtermitteln soll zur Verfügung stehen.
2. Überprüfung, ob die verdaulichen organischen Substanz in Zukunft über eine in vitro Methode bestimmt werden muss oder weiterhin geschätzt wird.
3. Sammlung von Proben zur Entwicklung einer NIRS Kalibrierung zur Bestimmung des Nährwerts (VOS, UE, aRP, APD etc.) von Raufuttermitteln.
4. In vivo Ermittlung der gleichen Parameter an Referenzproben zur Validierung der in vitro Methoden.
5. Schaffung und Erweiterung der Datenbasis zu den Kohlenhydratfraktionen.
6. Überprüfung und gegebenenfalls Revision der NEL-Schätzmethode und der NEL-Werte in Futtermitteltabellen.
7. Erstellung einer Literaturübersicht über alternative Proteinträger.
8. Wiesenfutter werden beprobt und auf deren Mineralstoffgehalte hin analysiert, um ausgewertete Daten der letzten vier Jahre zu überprüfen und zu konsolidieren. Weitere Grundfuttermittel werden beprobt, um deren Mineralstoffgehalt zu bestimmen.

2.2.2 Futterkonservierung

1. Die Silierbarkeit von neuen Gras-Klee-Mischungen ist bekannt.
2. Die Konservierbarkeit von speziellen Pferdemischungen ist bekannt.
3. Die Siliereignung und die Silagequalität von Nebenprodukten aus der Lebensmittelindustrie (z.B. Pressschnitzel mit höheren TS-Gehalten) Untersuchung des Einflusses der Futterart und des Silierprozesses auf die verschiedenen Proteinfractionen sind bekannt.
4. Die Nacherwärmungsproblematik von Silage auf schweizerischen Praxisbetrieben ist untersucht und Massnahmen zur Verhinderung von Nacherwärmungen sind bekannt.

2.2.3 Milchviehfütterung

2.2.3.1 Weidebetonte Milchproduktion

1. Die Zusammenhänge effiziente Weidenutzung, Tiertyp und Tierwohl werden unter Vollweidebedingungen untersucht.
2. Die Auswirkungen einer Ergänzungsfütterung mit Rau- und/oder Krafffutter auf die Futteraufnahme, das Verzehrverhalten, die Nutzung der Biomasse pro Weidefläche, die Produktion und die Futterverwertung von weidenden Kühen mit hohen Milchleistungen werden untersucht.
3. Die Schätzung des Verzehrs von weidenden Milchkühen über das Verzehrverhalten wird über-

prüft.

4. Die Eignung Schweizer Milchkühen für weidebetonte Produktionssysteme wird basierend auf die Futteraufnahmekapazität, die Futterverwertung und der Stoffwechselstabilität untersucht.

2.2.3.2 Fütterungsempfehlungen

1. Erarbeiten von Fütterungsempfehlungen für Milchkühe mit Bezug auf die Kohlenhydratfraktionen; Schaffung und Erweiterung der Datenbasis dazu. Überprüfung der Empfehlungen und Validierung von Kontrollinstrumenten in Fütterungsversuchen.
2. Erweiterung der Kenntnisse zu den Einflussfaktoren auf die Fermentations- und Absorptionsvorgänge und die Stabilisierung des pH im Pansen. Differenzierung von rations- und tierbedingten Faktoren.
3. Überprüfung der Energieverwertung hinsichtlich den Ansprüchen der heutigen Milchviehrassen; gegebenenfalls Anpassung der Bedarfsnormen.
4. Weitere Spezifizierung des zusätzlichen Energiebedarfs weidender Kühe.
5. Überprüfung und, wenn notwendig, Aktualisierung der Empfehlungen zur Verzehrsschätzung bei Milchkühen, mit besonderer Berücksichtigung des Weideverzehr.
6. Der Einfluss von Kalium auf den Magnesiumhaushalt wird untersucht. Fütterungsempfehlungen zu den wichtigsten Mineralstoffen werden aktualisiert.

2.2.4 Mastviehfütterung

1. Connaître le niveau d'ingestion, les apports recommandés en énergie et protéines pour des gains moyens quotidiens supérieurs à 1300 g et pour un poids vif final au-delà de 530 kg
2. Etudier l'aptitude de différentes races ou croisements de races à répondre aux exigences en matière de qualité de carcasse et de viande ainsi qu'aux conditions de production actuelles (p. ex. alimentation durable) de même que les résultats zootechniques obtenus
3. Evaluer le niveau d'intensité optimal à atteindre avec des rations riches en herbages ou contenant une proportion élevée de fourrages et aliments indigènes en tenant compte de l'efficacité des ressources

2.2.5 Rindfleischqualität

1. Mesurer l'impact d'une augmentation de l'activité physique avec une vitesse de croissance faible ou élevée chez des mâles entiers ou castrés sur la qualité de la viande, en particulier sur la tendreté
2. Etudier l'origine des contractures dans le filet de bœuf et proposer à la branche des solutions pour les prévenir. Effectuer la 2e collecte, après celle de 2009, dans le cadre de la mise sur pied d'un observatoire de la tendreté en Suisse.

2.2.6 Emissionen und Stoffflüsse

Quantifizierung und Verminderung von Ammoniakemissionen

- 1 Die Emissionen stickstoffhaltiger Spurengase und Methan von weidenden Kühen in verschiedene Produktionsstrategien sind bekannt.
- 2 Möglichkeiten zur Reduktionen von umweltrelevanten Emissionen mittels Modellrechnungen sind abgeklärt.

Normen und Umsetzungseffizienz

- 3 Die Normen zu Nährstoffausscheidungen verschiedener Tierkategorien sowie zu Anfall und Zusammensetzung der Hofdünger werden gemäss aktuellem Stand der Produktionstechnik neu bestimmt. Sie dienen als Hilfsmittel für die Düngungsplanung und zur Berechnung von Nährstoffbilanzen.
- 4 Die Umsetzungseffizienz von Nähr- und Mineralstoffen von Rindviehproduktionssystemen wird anhand von Ergebnissen aus früheren Versuchen und Daten aus der Praxis modelliert. Es wird

aufgezeigt wie die Effizienz durch die Produktion beeinflusst wird und wie sie verbessert werden kann.

Bioaktive Substanzen

- 5 Veränderung von bioaktiven Substanzen bei der Futterkonservierung sowie ihr Einfluss auf die Qualität des konservierten Futters wird untersucht.
- 6 Optimierungspotenzial von bioaktiven Substanzen aus Leguminosen hinsichtlich des N-Umsatzes und der Pansenfermentation bei Milchkühen wird untersucht.
- 7 Einfluss von bioaktiven Substanzen auf die Milch- und Käsequalität sowie die Fleischqualität von Lämmern wird untersucht.

2.3 Literaturangaben

- Aufrère J. & Demarquilly C., (1989). Predicting organic matter digestibility of forage by two pepsin-cellulase methods. XVI International Grassland Congress, Nice, France, 887-889
- Azuhwi, B.N., Boller, B., Maertens, M., Dohme-Meier, F., Ampuero, S., Günter, S., Kreuzer, M., Hess, H. D.2011. Morphology, tannin concentration and forage value of 15 Swiss accessions of sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) as influenced by harvest time and cultivation site. *Grass and Forage Science*. 66(4):474 - 487.
- Bracher A., Schlegel P, Münger A., Stoll W., Menzi H., 2011. Möglichkeiten zur Reduktion von Ammoniakemissionen durch Fütterungsmassnahmen beim Rindvieh (Milchkuh). Bericht zuhanden BLW. Schweiz. Hochschule für Landwirtschaft und Agrocope ALP. 128 pp.
- Bussink, D.W. 1994. Relationships between ammonia volatilization and nitrogen-fertilizer application-rate, intake and excretion of herbage nitrogen by cattle on grazed swards. *Fertilizer Research* 38(2), 111-121.
- Cassar-Malek I., Jurie C., Bernard C., Barnola I., Gentes G., Guivier N., Dozias D., Micol D. & Hocquette J. F., 2004. La conduite des bœufs au pâturage modifie les caractéristiques métaboliques des muscles et l'expression de certains gènes musculaires. *Renc. Rech. Ruminants. INRA* 11, 124.
- Daccord R, Arrigo Y, Kessler J, Jeangros B, Scehovic J, Schubiger F X, et Lehmann J 2001. Valeur nutritive des plantes des prairies. Teneurs en calcium, phosphore, magnésium et potassium. *Revue Suisse de l'Agriculture* 33, 141-146.
- Delagarde, R., Prache, S., D'Hour, P. et Petit M. (2001): Ingestion de l'herbe par les ruminants au pâturage. *Fourrages* 166:189-212
- Dillon, P., Roche, J.P, Shalloo, L. and Horan B. (2005): Optimising financial return from grazing in temperate pastures. In: Proceedings of a satellite workshop of the XXth Int. Grassland Congr.
- Dufey P.-A., Chambaz A., Morel I. et Chassot A. (2002) : Performances d'engraissement de bœufs de six races à viande. *Revue suisse Agric.* 34 (3), 117-124
- Gruber, L., F.J. Schwarz, D. Erdin, B. Fischer, H. Spiekers, H. Steingaß, U. Meyer, A. Chassot, T. Jilg, A. Obermaier, T. Guggenberger (2004): Vorhersage der Futteraufnahme von Milchkühen – Datenbasis von 10 Forschungs- und Universitätsinstituten Deutschlands, Österreichs und der Schweiz. *VDLUFA-Schriftenreihe, Band 60 – Kongressband 2004, S. 484 – 504*
- Hoedtke S., Gabel M. und Zeyner A., 2010. Der Proteinabbau im Futter während der Silierung und Veränderungen in der Zusammensetzung der Rohproteinfraktion. *Übersichten Tierernährung* 38, 157-179.
- Kaufmann L.D., Münger A., Rérat M., Junghans P., Görs S., Metges C., Dohme-Meier F. Energy expenditure of grazing cows and cows fed grass indoors as determined by the ¹³C bicarbonate dilution technique using an automatic blood sampling system. *Journal of Dairy Science*. 94, 2011, 1989-2000
- Kupper T., Achermann B., Bonjour C., Zauker F., Menzi H., 2010. Agrammon: An internet based model for the estimation of ammonia emissions, C.S.C. Marques dos Santos Cordovil and L. Ferreira (Eds.), Proc. 14th RAMIRAN Conference, Lisbon 12-15 September 2010. (www.ramiran.net/ramiran2010/docs/Ramiran2010_0167_final.pdf)

Waghorn, G. 2008. Beneficial and detrimental effects of dietary condensed tannins for sustainable sheep and goat production - Progress and challenges. *Animal Feed Science and Technology*. 147:116-139.

Wyss U. und Arrigo Y., 2013. Einfluss der Maissorte und des Entwicklungsstadiums auf die aerobe Stabilität. *Agrarforschung Schweiz* im Druck

2.4 Daten und Methoden

2.4.1 Futterbewertung

- Aufbau von in vitro Methoden: Literaturstudium, Austausch mit anderen Laboratorien, Aufbau und Inbetriebnahme
- Validierung mit Referenzproben
- In vivo Versuche für Referenzproben
- Sammlung von Proben für eine NIRS-Kalibration
- Schätzung der Nährwerte von Nebenprodukten und alternativen Proteinquellen für den Wiederkäuer
- Literaturrecherche zu Proteinquellen und Optimierung Szenarien von Rationen für Rindvieh
- Untersuchungen der Mineralstoffgehalte von Wiesenfutter und weiteren Grundfutter.

2.4.2 Futterkonservierung

- Silierversuche im Laborsilo und Silos im Praxismasstab
- Untersuchungen der Inhaltsstoffe vor und nach der Konservierung
- Untersuchung der Silagequalität
- Praxisumfragen und -erhebungen
- Applikation der Methoden zur Bestimmung der Proteinfractionen

2.4.3 Milchviehfütterung

2.4.3.1 Weidebetonte Milchproduktion

- Fütterungsversuche
- Verhaltensaufzeichnungen
- Umfragen
- Methoden zur Schätzung der Biomasse auf Weiden
- Standardmethoden zur Analyse von Futtermitteln und Blutmetaboliten
- Methoden zur Analyse von Alkanen, langkettigen Fettsäuren sowie Alkohole

2.4.3.2 Fütterungsempfehlungen

- Fütterungsversuche mit Messung von Pansen-pH, Fress- und Wiederkauverhalten, Chemische und mikrobielle Untersuchungen von Panseninhalt, Untersuchung von Absorptionsvorgängen an der Pansenwand etc.
- Weideversuche mit Verzehrserhebung, Schätzung des Energieumsatzes mit Markermethoden
- Auswertung der Datenbank der ALP-Versuchsherde, Zusammenfassung von Versuchsdaten
- Studium von Bewertungs- und Rationsberechnungssystemen und –modellen
- Fütterungsversuche zu Mineralstoffinteraktionen

2.4.4 Mastviehfütterung

- Recherche de littérature
- Essais d'alimentation

2.4.5 Rindfleischqualität

- Recherche de littérature
- Essai d'alimentation couplée à une activité physique
- Méthodes standard pour l'analyse de la qualité de la viande
- Enquête, collecte et mesures sur env. 250 échantillons en Suisse

2.4.6 Emissionen und Stoffflüsse

Quantifizierung und Verminderung von Ammoniakemissionen

- Emissionsmessungen (Ammoniak, Lachgas, Methan) bei weidenden Kühen
- Modellieren und Aufzeichnen der Stoffflüsse von Milchproduktionssystem

Normen und Umsetzungseffizienz

- Bilanzrechnungen (Aufnahme – Retention = Ausscheidung) anhand von Fütterungsempfehlungen und Erfahrungen aus der Praxis
- Berechnung der Umsetzungseffizienz von Nähr- und Mineralstoffen anhand von Daten aus früheren Versuchen und Daten aus der Praxis; Untersuchung der relevanten Einflussgrößen
- Berechnung der Emissionseffizienz (Emissionen pro Einheit Produkt) für N, P, Energie anhand von Daten aus früheren Versuchen sowie aus der Praxis

Bioaktive Substanzen

- Fütterungsversuche
- Stoffwechselversuche
- Standardmethoden zur Analyse von Futtermitteln, Fermentationsprodukten im Pansen
- Standardmethoden zur Analyse der sensorischen und technologischen Qualität von Milch, Käse und Fleisch
- Gen- und Proteinexpression des Proteins Cytochrome P450
- Gen- und Proteinexpression von Transportproteinen.

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

Die Umsetzung der Resultate wird durch Kommunikation auf den Stufen, Praxis, Beratung, nationale Forschungsgemeinschaft und internationale Forschungsgemeinschaft gewährleistet. Dies erfolgt durch die Präsentation der erzielten Ergebnisse an Feldtagen, Beratertagungen (z.B. Veranstaltungen der AGRIDEA und AGFF wie ALP-Tagung und Waldhoftagung), Mai-Tagung der ETH und internationalen Kongressen. Ferner werden wissenschaftliche, technische und praxisorientierte Publikationen verfasst. Ausserdem fließen die neuen Erkenntnisse in Merkblätter ein, die sich direkt an den Praktiker und die Beratung richten (z.B. ALP-Aktuell, AGFF- und AGRIDEA- Merkblätter). Diese Publikationsorgane werden von der AGRIDEA und weiteren Beratungsinstituten für ihre Tätigkeit genutzt.

3.2 Kunden

Wissenschaftliche Gemeinschaft: Forschende

Lehre: Lehrende, Lernende, Studierende

Praxis: Landwirte, Futterbauspezialisten, Tierzüchter, landwirtschaftliche Beratung Organisationen (z.B. Arbeitsgemeinschaft für den Futterbau (AGFF), Biosuisse, IG-Weidemilch, Vache mère suisse, Proviande, Swissgenetics, Swissbeef), Futtermittelindustrie, Tierärzte, Grossverteiler (z.B. Migros, Coop), Konsumenten

Vollzug: BLW, BAFU

3.3 Nutzen

Wissenschaftliche Gemeinschaft: Die Forschung in diesem Tätigkeitsfeld wird neue Erkenntnisse auf den Gebieten der Futterbewertung, Futterkonservierung, Milchvieh- und Mastviehfütterung sowie der Rindfleischqualität liefern.

Lehre: Das Tätigkeitsfeld wird die Möglichkeit bieten, Studenten in verschiedenen Bereichen auszubilden (Dissertationen, MSc- und BSc-Arbeiten) und wird neue Erkenntnisse liefern, welche in die Lehre einfließen können. Nutzen der Studierenden und Lernenden ist der Wissenszuwachs, Nutzen für die Lehre kann beispielsweise eine Qualitätssteigerung der Lehrmittel und damit des Kursangebotes oder ein geringerer Aufwand für die Kursdurchführung sein.

Praxis

- Landwirte: Das Tätigkeitsfeld ist für die Landwirte sehr interessant, weil es Ihnen konkrete Erkenntnisse liefern wird, wie sie ihr Milch- und Mastvieh nachhaltig und effizient füttern müssen
- Futterbauspezialisten: Forschung im Tätigkeitsfeld, die sich mit der Nutzung von Weide und Wiesenfutter beschäftigt, wird Informationen liefern, die zur Verbesserung der Weideführung und zur Entwicklung neuer Futterpflanzenmischungen beitragen können. Damit können neue Pflanzenmischungen auf den Markt gebracht werden.
- Tierzüchter: Der Bereich im Tätigkeitsfeld, der sich mit verschiedenen Kuhtypen bzw. Rassen beschäftigt, wird Ergebnisse liefern, die von Tierzüchtern als Selektionskriterien für bestimmte Produktionssysteme verwendet werden können.
- Berater (Beratung): Die zu erwartenden Ergebnisse sind für die Beratung relevant, weil sie es ermöglichen werden, praxistaugliche Empfehlungen hinsichtlich der Wiederkäuerfütterung, Futterbewertung und Futterkonservierung zu liefern. Endnutzen: Der Berater kann effizienter beraten (weniger Aufwand für dieselbe Beratung).
- Verbände: Erhalten Informationen und Erkenntnisse für Ihre Mitgliedern.
- Tierärzte: Erhalten Informationen und Erkenntnisse zum Auftreten von fütterungsbedingten Stoffwechselstörungen, welche sie in der Praxis verwenden können und damit ihre Kunden besser beraten bzw. Tier besser behandeln können.
- Futtermittelindustrie: Die Aktualisierung der Bedarfsnormen für die Grossviehmast, die Forschung zum Mineralstoff- und Vitaminbedarf sowie auf dem Gebiet der Kohlenhydrate tragen dazu bei, die Fütterungsplanung in den spezialisierten Grossmastbetrieben zu optimieren sowie Mineralfutter und Krafftutter optimal zu gestalten. Damit können die Landwirte ihre Tiere ihrem Bedarf gemäss ernähren, was die Leistungsfähigkeit und Gesundheit fördert. Kosten werden gesenkt und die Zufriedenheit der Kunden (Landwirte) erhöht.
- Grossverteiler und Konsumenten: Lösungen für aktuelle Probleme, die die Fleischbranche betreffen, werden erarbeitet und den Grossverteilern bzw. direkten den Konsumenten zur Verfügung gestellt.

Vollzug: Die Forschung liefert zuverlässige Grundlagen zur Optimierung von Fütterung und Düngung sowie zur Beurteilung von landwirtschaftlichen Stoffflüssen im Rahmen von Vollzugaufgaben.

3.4 Impact

- Der Erkenntnisgewinn aus der Forschung in den Bereichen Futterbewertung, Futterkonservierung, Milch- und Mastviehernahrung sowie Rindfleischqualität wird national und international nachgefragt und angewandt.
- Verbesserung der Fütterung, was zu einer effizienteren Nutzung der einheimischer Ressourcen und einer rentableren Milch- und Fleischproduktion führt.
- Verbesserung der Fütterung, was zu weniger umweltbelastenden Emissionen führt.
- Verbesserung der Fleischqualität, was zu mehr Kundenzufriedenheit führt.
- Verbesserung der Fleischqualität, was zu weniger Qualitätsabzügen führt.
- Steigerung der weidebetonten Milchproduktion, was zu einem verbesserten Image des Nahrungsmittels Milch führt.



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.21.2.1

Schweinefleischproduktion

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Nachhaltige Produktion von Schweinefleisch
Titel Originalsprache kurz	Schweinefleischproduktion
Titel französisch	Production porcine durable
Titel französisch kurz	Production porcine
Titel englisch	Sustainable pig production
Title english short	Pig production
Leiter Tätigkeitsfeld	Bee Giuseppe
Stv. Leiter Tätigkeitsfeld	Schlegel Patrick
Keywords	Amino acid requirements, carcass quality, dietary crude protein content, fat quality, meat quality, nitrogen excretion, phytase, phosphorus requirement, pig, whole carcass composition, antibiotic, environmental impacts, nutrient balance, ammonia emission
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	Tierernährung und Graslandnutzung: Verbesserte Methoden in der Tierernährung und Graslandnutzung zur Steigerung der Effizienz und Reduktion der Umweltemissionen

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Die Schweinefleischproduktion ist ein bedeutender Produktionszweig in der Schweizer Landwirtschaft. Dabei spielt die bedarfsgerechte Fütterung von Ferkeln, Mastschweinen, Muttersauen und Zuchtebern eine zentrale Rolle. Sie trägt zur Erhaltung der Gesundheit der Tiere bei und erlaubt die Ausschöpfung des vorhandenen genetischen Potentials. Die genannten Faktoren sind massgebend, um eine wirtschaftliche und ressourceneffiziente Schweineproduktion zu gewährleisten. Die moderne schweizerische Schweineproduktion muss sich in den kommenden Jahren mehreren Herausforderungen stellen, die auch Schwerpunkte im Tätigkeitsfeld Schweinefleischproduktion sind. Einerseits soll im Rahmen alternativer Proteinquellen aufgezeigt werden, welche Möglichkeiten bestehen, klassische

Proteinträger wie Soja durch Proteinträger aus der Schweiz oder Europa zu ersetzen. Im Rahmen einer Dissertation wird anhand der Gesamtkörperanalyse die Frage bearbeitet, in welchem Ausmass eine Reduzierung der Rohproteinmenge bzw. einzelner Aminosäuren vertretbar ist, ohne wirtschaftlich relevante Faktoren wie Wachstum, Futtermittelverwertung und Gesamtkörperzusammensetzung zu beeinträchtigen. Im Bereich der Mineralstoffe wird sich das Augenmerk hauptsächlich auf die Versorgung mit Phosphor und Kalzium und deren Verdaulichkeit richten, mit dem Ziel, eine optimale Knochenmineralisation zu erreichen. Durchfallerkrankungen beim Absetzferkel und der damit verbundene Einsatz von Antibiotika sind nicht nur wegen der Tiergesundheit, sondern auch wegen der damit verbundenen Gefahr der Resistenzbildung von Bakterien ein brisantes Thema in der Schweineproduktion. Deshalb werden im Rahmen des Agroscope Forschungsprogramms REDYMO diätetische Massnahmen evaluiert, die eine Eindämmung von Durchfallerkrankungen ermöglichen. Im Bereich der Muttersauen wird die optimale Fütterung in der Laktationsphase und deren Auswirkung auf die Fertilität untersucht. Ein weiteres Thema ist, wie durch die Fütterung vor der Geburt die Geburtsdauer möglichst kurz gehalten werden kann. Dies ist bei den zunehmend grösseren Würfen unabdingbar. Im Rahmen des EU-Projektes ECO-FCE wird eine Dissertation durchgeführt mit dem Ziel, Fütterungsstrategien in der Säugeperiode zu erarbeiten, durch welche das Wachstum leichtgewichtiger Ferkel verbessert werden kann. Im Themengebiet Emissionen und Stoff-Flüsse werden Grundlagen zur Beurteilung und Optimierung der Stoff-Flüsse in der Schweineproduktion erarbeitet. Zudem soll aufgezeigt werden, wie die Umsetzungseffizienz von Nähr- und Mineralstoffen durch Fütterung und Haltung beeinflusst wird. Im Bereich der Produktequalität stehen auf das neue Fettqualitätskriterium ausgerichtete Fütterungsempfehlungen an. Zudem soll abgeklärt werden, wie erfolgreich die Zucht gegen Ebergeruch auf Seite der Vaterlinie ist. Das Tätigkeitsfeld ist thematisch beim Schwerpunkt 11 „ökologische Intensivierung“ angesiedelt. Hier leistet es Beiträge zum Kernthema 11.3 „Tierernährung, Graslandnutzung und Weidesysteme“. Für dieses Kernthema ist die Forschung im Tätigkeitsfeld als sehr hoch anzusehen. Alle Schwerpunkte innerhalb des Tätigkeitsfeldes betreffen direkt die Ernährung von Schweinen, wobei besonders die Gesunderhaltung der Tiere beim Erzielen optimaler Leistungen, die Verbesserung der Ressourceneffizienz sowie die Minimierung von umweltbelastenden Emissionen im Vordergrund stehen.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Um eine ökologisch nachhaltige, wirtschaftlich effiziente und qualitativ hochwertig Schweinefleischproduktion zu gewährleisten, nehmen die Fütterung und Gesundheit der Muttersauen, Ferkel und Mastschweine eine fundamentale Bedeutung ein. Basierend auf den Forschungswünschen der Stakeholder und des BLW können folgenden Schwerpunkte zum Kernthema „**Tierernährung und Graslandnutzung**: Verbesserte Methoden in der Tierernährung und Graslandnutzung zur Steigerung der Effizienz und Reduktion der Umweltemissionen“ des Tätigkeitsfeldes festgelegt werden:

- Optimierung der Aminosäuren-/Rohproteinzufuhr beim Schwein und Evaluierung alternativer Rohproteinquellen
- Phosphor und Calcium Stoffwechsel bei der Muttersau, dem Ferkel und Mastschwein
- Reduzierte Emissionsbelastung durch die Schweineproduktion
- Präventive Fütterungsmassnahmen zur Reduktion medikamentöser Behandlungen
- Technologische Aspekte der Fleisch- und Fettqualität

Ziel dieser Forschungsschwerpunkte ist es, relevante produktionstechnische Parameter bzw. Lösungsansätze für die Schweineproduktion zu erarbeiten und die Fütterungsempfehlungen zu aktualisieren.

2.1.1 Alternative Proteinquellen in der Schweinefütterung

Betriebseigene Futtermittel waren in den 80-er Jahren über mehrere Arbeitsprogrammperioden Forschungsschwerpunkt. Mit dem Verbot tierischer Proteine in der Schweinefütterung und der rückläufigen Produktion betriebseigener Proteinträger stiegen die Importe entsprechend an. Heute übt die Gesellschaft vermehrt Kritik an diesen Futtermittelimporten und vor allem am Sojaimport. Wird doch der Sojaanbau unter anderem mit Regenwaldrodung und mit schlechten Umweltbilanzen in Zusammenhang gebracht. Die Futtermittelindustrie signalisiert schon seit einigen Jahren, dass die GVO-Freiheit von Soja nicht mehr sehr lange gewährleistet sein wird. Deshalb besteht reges Interesse an Alternativen zu den heutigen Proteinquellen. Dieses kommt auch in den Forschungsanliegen des BLW und der Stakeholder zum Ausdruck.

2.1.2 Grundlagen zu Aminosäurebedarf, N- und P-Bilanzen des wachsenden Schweines anhand der Gesamtkörperanalyse

In den letzten 20 Jahren nahm der Magerfleischanteil in den Schweineschlachtkörpern laufend zu. Als Folge davon nahm auch der Bedarf an Aminosäuren zu. Unsere Kunden äusserten die Sorge, dass die Fütterungsempfehlungen nicht mit diesem Trend Schritt hielten. Agroscope hat sich im letzten Arbeitsprogramm dazu entschlossen diese Lücke zu schliessen und die entsprechenden Grunddaten zu aktualisieren.

Die Ressourceneffizienz und die Ökologisierung der Schweineproduktion gewinnen zunehmend an Bedeutung. Die N-Ausscheidungen spielen in der Suisse-Bilanz eine wesentliche Rolle. Die Grunddaten der entsprechenden Modelle stammen im Wesentlichen aus den 80-er Jahren. Auf Grund von Literaturangaben wurden sie jeweils aktualisiert.

2.1.3 Mineralstoffe

Im Einklang mit den formulierten Wünschen der Stakeholder, liegt das Hauptmerkmal der zukünftigen Forschung im Bereich der Mineralstoffe auf dem Calcium-Phosphor-Stoffwechsel. Drei Faktoren sind verantwortlich für diese Schwerpunktsetzung: 1) die Schweiz ist auf Importe von nicht erneuerbaren Phosphatquellen angewiesen; 2) ein betrieblicher Phosphor Überschuss kann zur Umweltbelastung führen; 3) Phosphor ist ein essentieller Nährstoff für die Schweine. Mit dem Inkrafttreten der Gesetzgebungen zum ökologischen Leistungsnachweis, des Einsatzes von Phytasen und dem ansteigenden Preis von Phosphaten ist der Gehalt im Futter an Gesamtphosphor deutlich gesunken. Somit wurden die Sicherheitsmargen reduziert, was das Risiko eines Phosphormangels erhöht. Gleichzeitig kann eine Fehleinschätzung der Phosphorverdaulichkeit von Futterkomponenten oder deren Beeinflussung durch andere Nährstoffe (z.B. Calcium) im Futter Folgen haben. Ein Phosphormangel beim Schwein ist aus Sicht der Tiergesundheit, des Tierwohls und der Tierleistung unerwünscht.

2.1.4 Antibiotika

In der Ferkelaufzucht und der Schweinemast werden häufig ganze Tiergruppen mit Antibiotika über das Futter behandelt, um das Auftreten bakterieller Krankheiten zu verhindern. Dadurch steigt das Risiko der Antibiotika-Resistenzentwicklung sowohl der Krankheitserreger als auch der normalen Flora der Schweine. Dies ist sowohl von tiermedizinischer als auch von humanmedizinischer Relevanz (Resistenzübertragung von Bakterien der Tiere auf Krankheitserreger beim Menschen). In der Aufzucht der von der Sau abgesetzten Ferkel werden Antibiotika vorwiegend wegen Durchfallerkrankungen eingesetzt, welche teilweise diätetisch bedingt sind (abruher Übergang von der Sauenmilch auf ein Futter auf vorwiegend pflanzlicher Basis). Dieser Themenbereich ist integraler Teil des AFP REDYMO (REDUCTION UND DYNAMICS OF ANTIBIOTIC RESISTANT AND PERSISTENT MICROORGANISMS ALONG THE FOOD CHAIN).

2.1.5 Strategien in der Muttersauenfütterung und der Ferkelaufzucht

Seit 2005 werden an Agroscope regelmässig Fütterungsversuche mit Muttersauen durchgeführt. Dabei stehen Fragen des optimalen Nährstoffangebotes während den verschiedenen Phasen des Reproduktionszyklus unter Berücksichtigung von Körperkondition und Fruchtbarkeit im Vordergrund.

Eine optimale Körperkondition in allen Phasen ist erstrebenswert, verursacht jedoch oft höhere Futterkosten. Der Sauenhalter ist häufig zurückhaltend mit der Futterzuteilung. Lieber etwas zu magere als zu fette Sauen lautet die Devise. Speziell heikel ist diesbezüglich die Laktationsphase. Haben die Sauen mit grossen Würfen doch einen sehr hohen Nährstoffbedarf. Bei Gruppenfütterung sind rangschwache Sauen speziell gefährdet, nicht die ihnen zugedachte Futtermenge zu erhalten. Übermässiger Gewichtsverlust und Probleme mit dem Nachfolgewurf sind die Folgen.

Mit der verstärkten Zucht auf Wurfgrösse werden Fragen im Zusammenhang mit grossen Würfen und untergewichtigen Ferkeln immer wichtiger. Dies betrifft die fütterungsmässige Beeinflussung der Geburtsvorbereitung, der Geburtsdauer und der anschliessenden Laktation sowie der bei untergewichtigen Ferkeln anzuwendenden Aufzuchtstrategie.

2.1.6 Stoffflüsse und Emissionen

Die tierischen Ausscheidungen decken als Gülle und Mist (Hofdünger) über zwei Drittel des Nährstoffbedarfes im Pflanzenbau. Gleichzeitig können sie durch Emissionen in die Atmosphäre oder Gewässer die Umwelt belasten. Die Optimierung der Tierhaltung und der Hofdüngerewirtschaft kann diese Umweltrisiken erheblich reduzieren. Dies setzt ein gutes Verständnis der Stoffflüsse und Emissionsprozesse sowie zuverlässige Normen und Handlungsempfehlungen für die Düngung voraus. In der Schweinehaltung besteht ein wichtiges Potential zur weiteren Verbesserung der Umsetzungseffizienz von Stickstoff und Phosphor und zur Reduktion von Ammoniakemissionen. Massnahmen in der Schweinehaltung werden im Gesamtkontext der Ammoniakemissionen betrachtet.

2.1.7 Produktequalität

2.1.7.1 Neuer Fettqualitätsstandard und Auswirkungen auf die Fütterung

In der Schweizerischen Schweineproduktion wird die „Qualität“ der Schlachtkörper anhand der Kriterien Magerfleischanteil (MFA) und Fettzahl (FZ) festgelegt. Bedingt durch technische Neuerungen, im speziellen der NIRS Technologie, ist man der einhelligen Meinung, dass der Qualitätsparameter FZ nicht mehr zeitgemäss ist. Im Rahmen eines laufenden KTI-Projektes (2011-2013) wird an einer verbesserten Kalibrierung der Fettsäurezusammensetzung von Schweinefett mittels NIRS gearbeitet. Gleichzeitig werden neue Grenzwerte für den Anteil gesättigter und mehrfach ungesättigter Fettsäuren im Schweinefett erarbeitet. Diese Grenzwerte bedingen eine Überprüfung der Fütterungsnormen, die anhand von Fütterungsversuchen neu erarbeitet werden müssen.

2.1.7.2 Auf dem Weg zum europaweiten Ausstieg aus der Ferkelkastration

In 2018 soll europaweit die Kastration männlicher Ferkel verboten werden, was die Ebergeruchproblematik wieder in den Vordergrund stellen wird. Basierend auf den Ergebnissen des KTI-Projektes „Zucht gegen Ebergeruch“ kann die Schweizerische Schweinezuchtorganisation Suisag für ihre Zuchteber den Zuchtwert für Ebergeruch bestimmen. Es stellt sich nun die Frage, wie (stark/variabel) sich geringe Zuchtwerte für Ebergeruch auf die Ausprägung Ebergeruch bei den Nachkommen auswirken.

2.1.7.3 Variation der technologischen Qualität von Schweinefleisch

In frischem respektive zubereitetem Schweinefleisch kann das Saffthaltevermögen, die Farbe (Farbstabilität) respektive die Zartheit sehr variabel sein, was das Kaufverhalten des Konsumenten an der Ladentheke beeinflusst. Faktoren, kurz vor bzw. kurz nach der Schlachtung können einen grossen Einfluss auf die erwähnten Eigenschaften haben. Die Variabilität dieser Merkmale in der Praxis und mögliche Einflussfaktoren sollen besser verstanden werden, damit sie gezielt beeinflusst werden können. Die Zusammenarbeit mit der Praxis eröffnet auch die Möglichkeit hoch variables Probenmaterial zu erlangen, das für eine NIRS Kalibrierung der Parameter Wasserhaltevermögen, Farbe und pH benutzt werden kann.

2.2 Ziele

2.2.1 Alternative Proteinquellen in der Schweinefütterung

2.2.1.1 Literaturstudie

Die vorhandenen Kenntnisse über die diversen alternativen Proteinträger sind zusammengestellt.

2.2.1.2 Aktuell auf dem Markt verfügbare Mengen

Eine Liste mit den Angaben zu Anbauflächen beziehungsweise den in der Schweiz verfügbaren Mengen an Proteinträgern ist erstellt.

2.2.1.3 Einsatzmöglichkeiten in der Schweinefütterung

Die Einsatzmöglichkeiten alternativer Proteinträger sind unter Berücksichtigung der jeweils vorhandenen antinutritiven Substanzen für Ferkel, Mast- und Zuchtschweine überprüft.

2.2.2 Grundlagen zu Aminosäurenbedarf, N- und P-Bilanzen des wachsenden Schweines anhand der Gesamtkörperanalyse

2.2.2.1 Aminosäurenbedarf

Der Bedarf an Aminosäuren von Kastraten, von weiblichen Tiere und von Jungebern ist überarbeitet.

2.2.2.2 N- und P-Bilanzen des wachsenden Schweines

Die Versuche zu diesem Thema sind abgeschlossen und der Teil N- und P-Bilanz ausgewertet.

2.2.3 Mineralstoffe

2.2.3.1 Phosphorverdaulichkeit

Anhand von Literaturangaben, einem von Agroscope entwickelten *in-vitro* System und von chemischen Analysen (Phytin Phosphorgehalt, Phytaseaktivität) werden die Verdauungskoeffizienten von Phosphor der Einzelfuttermittel aktualisiert.

2.2.3.2 Phosphorinteraktionen

Die Einflüsse von Calcium und Vitamin D₃ auf den Mineralstoffstatus der Tiere (Ferkel und Mast) sind untersucht.

2.2.3.3 Indikatoren

Indikatoren für die Phosphorversorgung in Abhängigkeit des Tialters (Mast) und des Laktationsstadiums (Sau) sind definiert.

2.2.3.4 Phosphateinsatz

Futter werden optimiert um darzustellen in welchen Situationen kein Phosphateinsatz notwendig ist. Die Einsatzmöglichkeiten von alternativen phosphorreichen Futterkomponenten, welche helfen können den Phosphorkreislauf in der Schweiz zu schliessen, sind untersucht.

2.2.4 Antibiotika

Vorbeugende diätetische Massnahmen (Supplementierung des Ferkelfutters mit kondensierten Tanninen) und nicht-antibiotische Behandlungen bei Durchfallausbruch (Salicylat) von Absetzferkeln zur Reduktion von antibiotischen Behandlungen sind untersucht.

2.2.5 Strategien in der Muttersauenfütterung und der Ferkelaufzucht

2.2.5.1 Energiedefizit während der Laktation

Die Auswirkungen eines überhöhten Energiedefizits während der Laktation auf den nachfolgenden Wurf sind aufgezeigt.

2.2.5.2 Geburtsvorbereitung

Eine mögliche Beeinflussung der Geburtsdauer durch eine geeignete Geburtsvorbereitungsfütterung ist überprüft.

2.2.5.3 Ferkelaufzucht

Fütterungsstrategien für leichtgewichtige Ferkel in der Laktation sind überprüft.

2.2.6 Stoffflüsse und Emissionen

2.2.6.1 Es werden Grundlagen erarbeitet zur Beurteilung und Optimierung der Stoffflüsse in der Schweineproduktion. Als Hilfsmittel für die Düngungsplanung und die Berechnung von Nährstoffbilanzen werden im Kapitel „Hofdünger“ der „Grundlagen für die Düngung im Acker- und Futterbau“ die Nährstoffausscheidungen sowie Anfall und Zusammensetzung der Gülle gemäss aktuellem Stand der Produktionstechnik angegeben.

2.2.6.2 Es wird aufgezeigt wie die Umsetzungseffizienz von Nähr- und Mineralstoffen durch Fütterung und Haltung beeinflusst wird. Die Umweltauswirkungen der Schweineproduktion werden anhand von Modellrechnungen und Erhebungen quantifiziert. Besonders beachtet werden dabei die aktuellen Ammoniakemissionen und die Möglichkeit, diese durch geeignete Fütterungs- und Haltungsmassnahmen zu reduzieren

2.2.7 Produktequalität

2.2.7.1 Neuer Fettqualitätsstandard und Auswirkungen auf die Fütterung

Robuste Fütterungsempfehlung für das neue Fettqualitätskriterium ist abgeleitet.

2.2.7.2 Auf dem Weg zum europaweiten Ausstieg aus der Ferkelkastration

Einfluss der Zucht gegen Ebergeruch auf die Nachkommen ist abgeklärt.

2.2.7.3 Variation der technologischen Qualität von Schweinefleisch

Einflussfaktoren vor und nach der Schlachtung auf Fleischqualitätsparameter sind untersucht.

2.3 Literaturangaben

2.3.1 Mineralstoffe

Gutzwiller A, Guggisberg D and Schlegel P 2012. Effects of calciferol and calcitriol intake on plasma and bone traits of weaned piglets. 16th Meeting of European Society of Veterinary and Comparative Nutrition, Bydgoszcz, Poland.

Nanzer S, Oberson A, Berset E, Hermann L und Frossard E 2011. Phosphatdünger aus Klärschlamm: Düngewirkung für ausgewählte Kulturpflanzen. Mineralstoffgehalte in Pflanzen: Bedeutung für Produktivität, Qualität und Umwelt, Zürich 13.01.2011

Roulin D, Gutzwiller A, Hess H-D and Ampuero S 2008. Prédiction in vitro de la fraction de phosphore digestible dans les aliments pour porcs. Schriftreihe aus dem Institut für Nutztierwissenschaften, Zürich, 30, 197 – 200.

2.3.2 Antibiotika

- Solomon K., Udeze F., Polanco J., Dreesen D., 1984. Relationship of iron administration to susceptibility of newborn pigs to enterotoxic colibacillosis. *Am. J. Vet. Res.* 45, 255-259)
- Wise C., Knight A., Lucas M., Morris C., Ellis R., Phillips R., 1983. Effects of salicylates on intestinal secretion in calves given (intestinal loops) *Escherichia coli* heat-stable enterotoxin. *Am. J. Vet. Res.* 44, 2221-2225).

2.3.3 Strategien in der Muttersauenfütterung und der Ferkelaufzucht

- Dourmad J.Y., 2001. Mesurer l'épaisseur de lard dorsal des truies pour définir leurs programmes alimentaires. *Productions Animales* 14, 1, 41-50.
- Bérard, J., C. Kalbe, D. Lösel, A. Tuchscherer, and C. Rehfeldt. 2011. Potential sources of early-postnatal increase in myofibre number in pig skeletal muscle. *Histochem. Cell Biol.* 136:217-225.
- Markert W. und van Kempen T., 2012. Reduzierung der Ferkelsterblichkeit während und nach der Geburt. *Forum angewandte Forschung Fulda.*

2.3.4 Stoffflüsse und Emissionen

- Bracher A und Spring P 2010. Möglichkeiten zur Reduktion der Ammoniakemissionen durch Fütterungsmassnahmen bei Schweinen. Bericht zuhanden BLW. SHL Zollikofen und Agroscope ALP Po-sieux, 98 pp.
- Menzi H, Gregis B and Mahrer D 2013. Assessment of the nitrogen use efficiency of Swiss farms based on a representative farm management survey. *Proc. 15th RAMIRAN Conference, Versailles* 3-5 June 2013 (in press)
- Sollberger E, Bracher A, Burren C. und Spring P 2013. Stickstoffeffizienz in der Schweinemast. *Ag-rarforschung* 4, 10-15

2.3.5 Produktequalität

- Baes, C., S. Mattei, H. Luther, S. Ampuero, X. Sidler, G. Bee, P. Spring, and A. Hofer. 2012. A performance test for boar taint compounds in live boars. *animal FirstView*:1-7.
- Bee, Giuseppe, Lonergan, S. M., and Huff-Lonergan, E. 2004. Early postmortem pH influences proteolysis of cytoskeletal proteins during aging in porcine longissimus muscle. *J.Anim.Sci.(Suppl.1)* 82:13 (abstr.).
- Huff Lonergan, E., W. Zhang, and S. M. Lonergan. 2010. Biochemistry of postmortem muscle -- Lessons on mechanisms of meat tenderization. *Meat Sci.* 86:184-195.
- Zamaratskaia, G. and E. J. Squires. 2009. Biochemical, nutritional and genetic effects on boar taint in entire male pigs. *animal* 3:1508-1521.

2.4 Daten und Methoden

2.4.1 Alternative Proteinquellen in der Schweinefütterung

Es wird eine Literaturrecherche durchgeführt und Rationen für Schweine werden optimiert.

2.4.2 Grundlagen der N-, P-Bilanzen und Aminosäurebedarf des wachsenden Schweines anhand der Gesamtkörperanalyse

Es werden 4 Schweineaufzuchtversuche mit den 3 Geschlechtern (weiblich, männlich und kastriert) und unterschiedlicher Aminosäureversorgung durchgeführt (von der Geburt bis 140 kg LG). Dabei werden klassische Versuchsansätze (faktorielles Versuchsdesign) verwendet. Die Nährstoffzusammensetzung der verschiedenen Körperfraktionen wird anhand der Gesamtkörperanalyse be-

stimmt.

2.4.3 Mineralstoffe

Es werden sowohl eine Literaturrecherche wie auch chemische Analysen (Phytin Phosphor, Phytaseaktivität, *in vitro* Phosphorlösung) durchgeführt, um die Gehalte an Phytin-P, Phytase Aktivität und P-Verdaulichkeit der Einzelfuttermittel zu aktualisieren. Die *in vitro* Phosphorlösung beruht auf der an Agroscope Posieux entwickelte *in vitro* Methode.

Es werden Ferkelversuche und Mastversuche mit unterschiedlicher Versorgung Vitamin D₃, an Ca, gesamt P und verdaulichem P durchgeführt. Dabei werden klassische Versuchsansätze (faktorielles Versuchsdesign) verwendet.

Berechnungs- und Redaktionsarbeiten werden durchgeführt, um die Fütterungsempfehlungen bezüglich Ca und P zu aktualisieren.

2.4.4 Antibiotika

Kondensierte (CT) oder hydrolisierbare (HT) Tannine: Untersuchung an abgesetzten Ferkeln mit Futter mit bzw. ohne CT (mögliche CT-Quellen: Sorghum bzw. dessen Schalen; Rotweintrester; die CT-Dosierung, die von den Ferkel akzeptiert wird, muss in einem Vorversuch eruiert werden). Pair-feeding, um die Auswirkungen einer unterschiedlichen Futteraufnahme auf das Durchfallgeschehen zu eliminieren. Aufzeichnung der Durchfallhäufigkeit. In einem ähnlichen Versuchsansatz soll auch die Wirkung von HT geprüft werden.

Dabei werden klassische Versuchsansätze (faktorielles Versuchsdesign) verwendet.

Salicylate: Untersuchung bei abgesetzten Ferkeln, welche das gleiche Futter erhalten. Beim Auftreten von Durchfall Vergleich der Wirkung einer über eine Tränke angebotenen Glukose-Elektrolytlösung mit bzw. ohne Zusatz von Na-Salicylat auf das Durchfallgeschehen.

2.4.5 Strategien in der Muttersauenfütterung und der Ferkelaufzucht

Energiedefizit während der Laktation: in einem Sauenversuch wird der Effekt eines grossen Energiedefizites während der Laktation auf die Parameter Body Condition Score (BCS), Fruchtbarkeit und Nachfolgewurf untersucht. Falls grössere Effekte vorhanden, wird der Einfluss auf die Mast- und Schlachteigenschaften sowie die Fleischqualität untersucht.

Dabei werden klassische Versuchsansätze (faktorielles Versuchsdesign) verwendet.

Geburtsdauer: Untersuchung der Möglichkeit die Geburtsdauer zu beeinflussen durch verschiedene im Handel erhältliche Produkte, die der Sau vor der Geburt verabreicht werden.

Dabei werden klassische Versuchsansätze (faktorielles Versuchsdesign) verwendet.

Ferkelaufzucht: In drei Versuchsserien soll geprüft werden, ob mit der Zugabe von L-Carnithin oder L-Arginin die Wachstumseffizienz von künstlich mit Kuhmilch ernährten leichtgewichtigen Ferkeln verbessert werden kann. Zuerst wird ein Vergleich zwischen den 2 Futterkomponenten erfolgen. Dabei werden Konzentrationen verwendet, die in anderen (separaten) Versuchen mit Erfolg getestet wurden. Anschliessend wird die erfolgreichere Variante in 3 unterschiedlichen Konzentrationen auf dessen Wirkung auf das Wachstum – mit speziellen Augenmerk auf das Muskelwachstum – geprüft. In der letzten Versuchsserie wird die erfolgreichste Versuchsvariante mit einer Kontrolle (Aufzucht leichtgewichtiger Ferkel mit der Muttersau) verglichen. Dieser Versuch wird im Gegensatz zur Versuchsserie 1 und 2, bei der die Wachstumseffizienz in den ersten 4 Lebenswochen verglichen wird, bis zum Schlachtgewicht von 110 kg durchgeführt.

2.4.6 Stoffflüsse und Emissionen

Ammoniakemissionen: Die genauen Tätigkeiten müssen noch definiert werden.

Normen und Umsetzungseffizienz: Anhand von Fütterungsempfehlungen und Erfahrungen aus der

Praxis werden Bilanzrechnungen (Aufnahme – Retention = Ausscheidung) durchgeführt zu Bestimmung der Ausscheidungen.

Die Umsetzungseffizienz von Nähr- und Mineralstoffen wird anhand von Daten aus früheren Versuchen und sowie aus der Praxis berechnet. Durch statistische Auswertungen werden die relevanten Einflussgrößen untersucht.

Die Emissionseffizienz (Emissionen pro Einheit Produkt) wird für N, P, Energie anhand von Daten aus früheren Versuchen sowie aus der Praxis untersucht.

2.4.7 Produktequalität

2.4.7.1 Neuer Fettqualitätsstandard und Auswirkungen auf die Fütterung

Futter werden optimiert, die ein breites Spektrum an Gehalten von gesättigten und mehrfach ungesättigten Fettsäuren enthalten. Diese werden weiblichen Schweinen sowie Kastraten und Ebern während der Mast verfüttert; anschliessend wird die Fettsäurezusammensetzung des Fettgewebes mittels Gaschromatographie und NIRS bestimmt.

Dabei werden klassische Versuchsansätze verwendet.

2.4.7.2 Auf dem Weg zum europaweiten Ausstieg aus der Ferkelkastration

In Zusammenarbeit mit der Suisag werden Zuchteber mit einem hohen bzw. tiefen Zuchtwert für Ebergeruch ausgewählt. Die Muttersauenherde von Agroscope Posieux wird mit Samen dieser Zuchteber gedeckt. Männliche Nachkommen werden dann standardmässig gemästet und die Konzentrationen an Andostenon, Skatol und Indol im Fettgewebe bestimmt.

Dabei werden klassische Versuchsansätze verwendet.

2.4.7.3 Variation der technologischen Qualität von Schweinefleisch

In einer eingehenden Literaturstudie sollen anhand einer Meta-Analyse die relevantesten Einflussfaktoren vor und nach der Schlachtung auf die Fleischqualität eruiert werden. Dieses Ergebnis wird verwendet, um zusammen mit dem Schlachtbetrieb Versuche zu generieren, welche zum Ziel haben, Schlachtprozesse dahingehend zu optimieren, dass Schweinefleischqualitätsparameter wie Wasserhaltevermögen und Farbe verbessert werden. Es werden neben klassischen Methoden zur Bestimmung der Fleischqualität auch biochemische Verfahren angewendet, um vertiefte Kenntnisse zu erhalten.

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

Die Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchungen erfolgt auf 4 Niveaus:

- 1) Praxis
- 2) Beratung
- 3) nationale Forschungsgemeinschaft
- 4) internationale Forschungsgemeinschaft.

Dies erfolgt anhand von Vorträgen an Beratertagungen (Schweinetagung AGRIDEA, Suisseporc Höck), Mai-Tagung der ETH und internationalen Kongressen (JRP, ASAS, EAAP, RAMIRAN, GGAA, Fulda). Zudem werden wissenschaftliche, technische und praxisorientierte Publikationen verfasst. Das generierte Wissen wird zudem in Merkblättern verarbeitet, die sich direkt an den Praktiker und die Beratung richten (z.B. Gelbes Buch, ALP-Aktuell und AGRIDEA-Schweineordner).

3.2 Kunden

Wissenschaftliche Gemeinde: Forschende

Lehre: Lehrende, Lernende, Studierende

Praxis: Landwirte, Tierzüchter, landwirtschaftliche Beratung, Suisseporc, Suisag, Biosuisse, Futtermittelindustrie, Tierärzte

Beratung und Vollzug: Agridea, BLW, BAFU

3.3 Nutzen

3.3.1 Alternative Proteinquellen in der Schweinefütterung

3.3.1.1 Literaturstudie

Die Literaturstudie gibt einen guten Überblick über die vorhandenen Kenntnisse im Bereich der alternativen Proteinträger. Dies interessiert unsere Kunden (Futtermittelfirmen, BLW, Politiker, Bauern) als auch interne und externe Forschende.

3.3.1.2 Aktuell auf dem Markt verfügbare Mengen

Die aktualisierten Kenntnisse über Anbauflächen und auf dem Markt verfügbare Mengen von alternativen Proteinträgern dient der Futtermittelindustrie als auch der Agrarpolitik zur Abschätzung des Einsatzpotentials.

3.3.1.3 Einsatzmöglichkeiten in der Schweinefütterung

Die aktualisierten Einsatzgrenzen interessieren die Schweinehalter und die Futtermittelindustrie und dienen ihnen für die Futteroptimierung.

3.3.2 Grundlagen der N-, P-Bilanzen und Aminosäurenbedarf des wachsenden Schweines anhand der Gesamtkörperanalyse

3.3.2.1 Aminosäurenbedarf

Die aktualisierten Bedarfsempfehlungen werden von der Futtermittelindustrie, der Beratung und den Schweinehaltern genutzt.

3.3.2.2 N- und P-Bilanzen des wachsenden Schweines

Diese Daten werden für die Grudaf genutzt.

3.3.3 Mineralstoffe

3.3.3.1 Phosphorverdaulichkeit

Aktualisierte Koeffizienten zur P-Verdaulichkeit sind vorhanden. Die Futteroptimierung auf verdaulichem P ist somit neu sichergestellt. Futtermittelindustrie kann grossen Nutzen daraus ableiten. Diese Daten werden für die Grudaf genutzt.

3.3.3.2 Phosphorinteraktionen

Die Einflüsse von Calcium und Vitamin D₃ auf den Phosphorstatus der Tiere sind besser bekannt und fliessen in die aktualisierten Fütterungsempfehlungen ein. Futtermittelindustrie kann grossen Nutzen daraus ableiten.

3.3.3.3 Indikatoren

Bei Fällen mit Verdacht auf Ca- und P-Mangel beim Schwein, können nicht nur die Rationen unter die Lupe genommen werden, sondern auch Knochen, welche auf der Schlachtkette entnommen werden.

3.3.3.4 *Phosphateinsatz*

Die Abhängigkeit der Schweiz von mineralischem Phosphat kann im Bereich der Schweinefütterung vermindert werden, indem die Situationen aufgezeigt werden, bei denen kein mineralischer Phosphat notwendig sind und was für alternative phosphorreiche Quellen eingesetzt werden könnten.

3.3.4 **Antibiotika**

Diese Arbeiten werden mögliche Alternativen zum Ersatz von Antibiotika bei abgesetzten Ferkeln aufzeigen. Dadurch liesse sich der Einsatz von Antibiotika in dieser heiklen Phase reduzieren, wodurch das Risiko von Antibiotikaresistenzen reduziert wird.

3.3.5 **Strategien in der Muttersauenfütterung und Ferkelaufzucht**

3.3.5.1 *Energiedefizit während der Laktation*

Diese Arbeiten erlauben eine Überarbeitung der Fütterungsempfehlungen. Sie dienen der Forschung, der Beratung, der Futtermittelindustrie und auch dem Sauenhalter.

3.3.5.2 *Geburtsvorbereitung*

Via Verkürzung der Geburtsdauer durch eine geeignete Geburtsvorbereitungsfütterung wird das Tierwohl von Sau und Ferkel erhöht und gleichzeitig auch die Ferkelsterblichkeit vermindert.

3.3.5.3 *Ferkelaufzucht*

Durch geeignete Fütterungsstrategien steigen die Überlebenschancen sowie die potentiellen Mast- und Schlachtleistungen der leichtgewichtigen Ferkel. Davon profitieren Tierwohl, Wirtschaftlichkeit und Fleischqualität.

3.3.6 **Stoffflüsse und Emissionen**

Es werden zuverlässige Grundlagen zur Optimierung der Stoffflüsse im Zusammenhang mit der Nutztierhaltung und dadurch zur optimalen Nutzung der Hofdünger, zur Verbesserung der Ressourceneffizienz der Landwirtschaft, zur Minimierung von umweltbelastenden Emissionen sowie zur Beurteilung von landwirtschaftlichen Stoffflüssen im Rahmen von Vollzugaufgaben erarbeitet.

3.3.7 **Produktequalität**

Die neu entwickelte Fütterungsempfehlung zur Schweinefettqualität dient der Futtermittelindustrie bei der Formulierung von Mastrationen von Schweinen. Diese Studien werden zeigen, welchen Einfluss die Selektion auf Ebergeruch auf die Ausprägung des Ebergeruchs bei den Nachkommen haben. Diese Ergebnisse werden aufzeigen, welche Effekte Massnahmen bei den Schlachtprozessen auf die Fleischqualität haben. Zudem können, falls notwendig, Prozesse optimiert werden.

3.4 **Impact**

- Der Erkenntnisgewinn aus der Forschung in den Bereichen Schweineernährung sowie Schweinefleischqualität wird national und international nachgefragt und angewandt.
- Optimierung der Zufuhr an Aminosäuren und Mineralstoffzufuhr, was zu einer effizienteren Nutzung auch einheimischer Proteinressourcen und einer rentableren Schweinefleischproduktion führt.
- Optimierung der Fütterungsempfehlungen, was zu weniger umweltbelastenden Emissionen führt.
- Verbesserung der Fleischqualität, was zu mehr Kundenzufriedenheit führt.

- Verbesserung der Fettqualität, was zu weniger Qualitätsabzügen führt.



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.21.3.1

Futtermittelsicherheit

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Futtermittelsicherheit (amtliche Futtermittelkontrolle)
Titel Originalsprache kurz	Amtliche Futtermittelkontrolle
Titel französisch	Sécurité des aliments pour animaux (Contrôle officiel)
Titel französisch kurz	Contrôle officiel des aliments pour animaux
Titel englisch	Feed safety (official feed control)
Title english short	Official feed control
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Michel Geinoz
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Céline Clément
Keywords	Feed safety, official feed control, feedstuffs, analysis, inspections
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	14.1 Sicherheit von Futtermitteln sowie von frischen und verarbeiteten, pflanzlichen und tierischen Lebensmitteln

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Die Futtermittel bezweckt, dass für die Ernährung der Nutz- und Heimtiere einwandfreie Futtermittel zur Verfügung stehen, um den Gesundheitsschutz von Mensch und Tier sowie der Umwelt sicherzustellen.

Die in der Nutztierernährung eingesetzten Futtermittel beeinflussen die Qualität der Lebensmittel tierischen Ursprungs wie Milch, Fleisch, Eier und Honig nachhaltig. Die amtliche Futtermittelkontrolle stellt eine der Lebensmittelkontrolle vorgelagerte Überwachung dar. In diesem Rahmen werden Futtermittelproben auf unerwünschte und verbotene Stoffe untersucht, um die Qualität und Sicherheit der einheimischen und eingeführten Produkte zu überprüfen.

Die Futtermittel für die Nutz- und Heimtiere müssen korrekt deklariert sein, damit einerseits der Täuschungsschutz gewährleistet ist und andererseits die Tiere bedarfsgerecht ernährt werden.

Verstöße werden gemäss Landwirtschaftsgesetz (Art. 169) sanktioniert.

Zur Sicherstellung einer flächendeckenden Kontrolle ohne Überschneidungen wird die amtliche Futtermittelkontrolle im Rahmen des Nationalen Kontrollplanes mit anderen Kontrollen (Lebensmittel-, Tierarzneimittel- und Tierseuchenrecht) koordiniert.

Die amtliche Futtermittelkontrolle ist aktiv bei der Früherkennung von Problemen und bei den relevanten Vernehmlassungen.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Agroscope ist mit dem Vollzug der Futtermittel- und der Futtermittelbuch-Verordnung beauftragt. Die amtliche Futtermittelkontrolle stellt das erste Glied der Kontrollen entlang der Lebensmittelkette dar. Regelmässige und gezielte Kontrollen, welche risikobasiert erfolgen, dienen der Gewährleistung des Gesundheitsschutzes von Mensch und Tier sowie des Umweltschutzes.

Dank regelmässigen Inspektionen und Produktkontrollen hat Agroscope einen guten Überblick über den schweizerischen Futtermittelmarkt. Agroscope registriert und lässt Betriebe zu, die Futtermittel produzieren, importieren, transportieren, lagern und in Verkehr bringen (gem. Art. 47 und 48 der Futtermittel-Verordnung FMV). Sie führt Inspektionen in diesen Betrieben durch und überprüft die Umsetzung der Anforderungen der Futtermittel- und Futtermittelbuch-Verordnung. In den registrierten und zugelassenen Betrieben sowie beim Import werden, in Zusammenarbeit mit der Zollbehörde, Futtermittel beprobt, die dann auf ihre Konformität überprüft werden. Die Planung der Inspektionen erfolgt risikobasiert. Agroscope führt ebenfalls gezielte Kampagnen bei besonderen Betriebstypen oder besonderen Produkten durch. Diese Kampagnen können auch aufgrund einer Meldung des internationalen Schnellwarnsystems RASFF erfolgen. In solchen Fällen oder bei Verdacht werden ebenfalls gezielte Massnahmen ergriffen, um besondere Betriebe oder Produktarten spezifisch zu kontrollieren.

2.2 Ziele

1. Nationale Kontroll- und Probenahmepläne sind erstellt und werden regelmässig überprüft und den aktuellen Gegebenheiten angepasst.
2. Der Schutz der Gesundheit von Mensch und Tier sowie der Umwelt ist durch regelmässige, risikobasierte Inspektionen der Produktions- und Handelsbetriebe von Futtermitteln sowie durch die Analyse der hergestellten und gehandelten Produkte gewährleistet.
3. Der Gesundheits- und Täuschungsschutz wird durch die risikobasierte Überprüfung der Futtermittel (Inhalts- und Wirkstoffe sowie unerwünschte und verbotene Stoffe) und deren Deklaration anhand von gezogenen Futtermittelproben sichergestellt.
4. Die Erfüllung der Anforderungen an die Betriebe betreffend Futtermittelsicherheit sind überprüft.
5. Die amtliche Futtermittelkontrolle ist mit den anderen Kontrollen in den Bereichen Lebensmittel, Tierarzneimittel und Tierseuchen koordiniert.
6. Die Verwendung von Landtierprodukten in der Tierernährung erfolgt in den Produktionsbetrieben von Futtermitteln für Nutz- und Heimtieren gemäss den Vorschriften.
7. Gesundheits- und Täuschungsschutz sind auch dank der Zusammenarbeit mit den Zollbehörden, der internationalen Vernetzung und der Anbindung an das Schnellwarnsystem RASFF sichergestellt.
8. Die Verstösse gegen das Futtermittelrecht werden bestraft.
9. Die verantwortlichen Behörden werden bei der Nachführung der Rechtsgrundlagen fachlich unterstützt.

2.3 Literaturangaben

2.4 Daten und Methoden

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

1. Die amtliche Futtermittelkontrolle publiziert jährlich eine Medienmitteilung, um die Resultate des Kontrolle der Nutztierfuttermittel im Vorjahr vorzustellen.
2. Ein Detailbericht über sämtliche Aktivitäten der Gruppe wird jährlich in einer separaten Publikation veröffentlicht.
3. Die Mitarbeiter präsentieren die Aktivitäten der Gruppe sowie die Resultate an verschiedenen Gremien (Tagungen, Besuche, Versammlungen, Schulen, usw.).
4. Die Branche erhält mittels einer Newsletter regelmässig Informationen zur Gesetzgebung, zur Aktualität des Futtermittelmarkts oder zur Gruppe.
5. Meldungen zu brisanten Aktualitätsthemen werden ggf. mittels Medienmitteilungen veröffentlicht.

3.2 Kunden

1. Futtermittelbetriebe: Betriebe oder Personen, welche Futtermittel produzieren, importieren oder in Verkehr bringen.
2. Landwirte und generell Tierhalter.
3. Konsumenten.

3.3 Nutzen

1. Futtermittelbetriebe: Die amtliche Futtermittelkontrolle stellt einen wichtigen Beitrag zur Vermeidung von Skandalen dar, welche die Betriebe sehr viel kosten oder sogar deren Existenz bedrohen könnten.
2. Landwirten wird eine zusätzliche Sicherheit betreffend Futtermitteln gewährt und sie werden vor Täuschungen geschützt.
3. Konsumenten wird eine zusätzliche Sicherheit betreffend Lebensmitteln gewährt.

3.4 Impact

- Die Betriebe halten die gesetzlichen Anforderungen bezüglich Betriebsmanagement und operative Führung ein
 - ☞ nur konforme Produkte am Lager;
 - ☞ konformer Transport von Futtermitteln;
 - ☞ Abgabe nur an berechtigten Personen/Betrieben;
 - ☞ saubere und geeignete Räumlichkeiten und Anlagen;
 - ☞ gut ausgebildetes und informiertes Personal;
 - ☞ gute Herstellungspraxis;

- ☞ Qualitätskontrollmassnahmen;
- ☞ keine Qualitätsminderung bei Lagerung und Beförderung;
- ☞ Dokumentation;
- ☞ Erfassung der Beanstandungen und Konzept für Produkterückruf;
- ☞ Anwendung eines HACCP-Konzeptes oder einer bewilligten Leitlinie.
- Die Betriebe importieren, produzieren oder bringen nur konforme Futtermittel in Verkehr.
- Verstösse werden sanktioniert.

Das alles trägt zur Gewährleistung der Futtermittel- und Lebensmittelsicherheit, des Gesundheitsschutzes von Mensch und Tier, des Umweltschutzes sowie des Täuschungsschutzes bei.



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.21.3.2

Futtermittel-Dienstleistungsanalytik und Futtermitteldatenbank

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Futtermittel-Dienstleistungsanalytik und Futtermitteldatenbank
Titel Originalsprache kurz	Futtermittel-Dienstleistungsanalytik und Futtermitteldatenbank
Titel französisch	Prestations analytiques et base de données sur les aliments pour animaux
Titel französisch kurz	Prestations analytiques et base de données sur les aliments pour animaux
Titel englisch	Feed Analysis and Feed Database
Title english short	Feed Analysis and Feed Database
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Michel Geinoz
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Céline Clément
Keywords	Analysis, Feedstuffs, Swiss Feed Database
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	11.3 Verbesserte Methoden in der Tierernährung und Graslandnutzung zur Steigerung der Effizienz und Reduktion der Umweltemissionen

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Eine sichere und wettbewerbsfähige Nahrungsmittelproduktion und eine effiziente Nutzung der Ressourcen sind in der schweizerischen Land- und Ernährungswirtschaft zentral. Die Lebensmittelsicherheit fängt bei der Qualitätssicherung der Futtermittel an (feed-to-food approach). Die Futtermittelkenntnis bildet eine wesentliche Grundlage für das Verständnis der Tierhaltung und Tierernährung, der Ökologie über die Nährstoffkreisläufe sowie des Einflusses von Ernährungsfaktoren auf die Be-

schaffenheit der Produkte tierischen Ursprungs. Fundierte Kenntnisse in diesen Bereichen ermöglichen Kostensenkungspotenzial in der Landwirtschaft.

Mit der Futtermittel-Dienstleistungsanalytik erhalten "externe Kunden" von Agroscope Unterstützung für Qualitätsuntersuchungen und Beratung über den Nährwert und die Verwendbarkeit der untersuchten Futtermittel. Dazu wird jährlich einen Beitrag zur Mykotoxin-Untersuchung der Getreide geleistet.

Die schweizerische Online-Futtermitteldatenbank enthält tierartübergreifende Informationen zu über 600 in der Schweiz erhältlichen Einzel- und Raufuttermitteln und entspricht seit der Einführung im 2007 einem stetig wachsenden Bedürfnis. Neue Futtermittel, aber auch fehlende Nährwerte und sich verändernde Bedingungen (z.B. Umweltbedingungen) oder eine differenziertere Gruppierung von Futtermitteln müssen in der Futtermitteldatenbank berücksichtigt werden, damit die Datenqualität laufend verbessert werden kann. Die Weiterentwicklung als *temporales Data Warehouse* in Zusammenarbeit mit der Database Technology Research Group (im Rahmen eines Nationalfondsprojektes), Universität Zürich, ermöglicht eine optimierte Datenbankpflege und einen verbesserten Informationsgehalt für Benutzende. Die Futterdaten werden mit räumlichen, temporalen und biologischen Angaben ergänzt und über neue Applikationen verfügbar gemacht.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Vertiefte Futtermittelkenntnisse bilden die Grundlage für eine sichere, ökologische, ökonomische und qualitativ hochwertige Tierernährung.

Dank einer effizienten Dienstleistungsanalytik im Bereich Futtermittel trägt Agroscope zur Qualitätskontrolle in den Futtermittel- und Landwirtschaftsbetrieben bei. Futtermittelhersteller und Inverkehrbringer senden Futterproben zur Analyse, um im Rahmen ihrer Qualitätsprogramme oder den gesetzlichen Vorschriften Nährstoffgehalte, unerwünschte oder unerlaubte Inhaltsstoffe oder die mikrobiologische Qualität zu überprüfen. Futterproben aus der landwirtschaftlichen Praxis werden hingegen oft im Zusammenhang mit Leistungseinbussen oder Abgängen bei Nutztieren eingesandt. Neben der Koordination und Bearbeitung der Analyseneingänge werden immer mehr auch Interpretationen von Analysenergebnissen und Beratungsleistungen bei Problemfällen rund um die Tierernährung und Tiergesundheit gewünscht. Die Dienstleistungsanalytik steht ebenfalls beratend bei korrekten Deklarationen auf Futteretiketten zur Seite.

Die schweizerische Futtermitteldatenbank ist ein wichtiges Hilfsmittel und Nachschlagewerk in der Tierernährung mit einem hohen Nutzen für die Landwirtschaft. Neue Futtermittel und Erkenntnisse, aber auch fehlende Nährwerte und sich verändernde Bedingungen (z.B. Umweltbedingungen) oder eine differenziertere Gruppierung von Futtermitteln müssen in der Futtermitteldatenbank berücksichtigt werden, damit die Datenqualität laufend verbessert werden kann. Die meisten Daten stammen aus Forschungsprojekten und Futtermittelanalysen von Agroscope, aber auch Daten aus Futtermittellabors der Futtermittelindustrie fließen in die Datenbank ein. Die Aufbereitung solcher Daten für die Futtermitteldatenbank ist sehr aufwändig und muss kontinuierlich erfolgen. Eine gut unterhaltene Datenbank ist für die Zukunft unschätzbar und bietet viele weitere Ausbaumöglichkeiten.

Das im Aufbau begriffene neue Datenmodell wird weitergehende Möglichkeiten eröffnen wie z.B. Analysen von regionalen Trendverläufen, die zur Erarbeitung von Zonenzugehörigkeit oder für Kriterien von Futterkategorien herangezogen werden können. Aber auch Verknüpfungen mit Klimakarten und weiteren GIS-Daten sind künftig möglich.

2.2 Ziele

1. Unterstützung für eine gezielte Kontrolle der Qualität der Futtermittel: Betriebe und Landwirte erhalten Analysenresultate und setzen die Futtermittel dementsprechend ein.
2. Beratung betreffend Futtermitteln für die Praxis: Aufgrund der erhaltenen Resultate können Ursachen von Problemen erkannt werden oder Hinweise zu einem gezielteren Einsatz der Futtermittel gegeben werden.
3. Die Futtermitteldatenbank wird zu einer aktuellen, umfassenden und bekannten Datenquelle mit einzigartigen Datenmodellen.
4. Verbessertes und gezielter Einsatz von Futtermitteln in der schweizerischen Landwirtschaft: Die umfangreichen Informationen betreffend Nährstoffgehalte von Futtermitteln in Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren (Zeit, Wetter, botanische Zusammensetzung, Reifegrad, usw.) dienen der Effizienzsteigerung.

2.3 Literaturangaben

I. Timko, M. Böhlen, and J. Gamper. 2011. Sequenced spatiotemporal aggregation for coarse query granularities. *The VLDB Journal* 20, 5 (October 2011).

J. Gordevicius, J. Gamper, and M. Böhlen. 2012. Parsimonious temporal aggregation. *The VLDB Journal* 21, 3 (June 2012).

A. Taliun, M. Böhlen, A. Bracher and F. Cafagna. A GIS-based Data Analysis Platform for Analyzing the Time-Varying Quality of Animal Feed and its Impact on the Environment. Proceedings of the iEMSs Sixth Biennial Meeting: International Congress on Environmental Modelling and Software (iEMSs 2012), Leipzig, Germany, July 2012. In press.

First Year Intermediate Scientific Report SNF Project no. 2200021-135361, Tameus: Managing Time-Varying Measurement Sets in Databases, October 10, 2012.

2.4 Daten und Methoden

Die Weiterentwicklung der Schweizerischen Futtermitteldatenbank basiert auf einem temporalen Data Warehouse mit mehr als 2 Millionen chemischen Analysen von über 600 Futtermitteln und 400 Nährstoffen. Mit der seit 2013 verfügbaren erweiterten Version können neben Mittelwertabfragen neu auch Einzelwertabfragen durchgeführt werden, die georeferenziert und mit Zeitstempel versehen sind (GIS-basiert) und mit einer Google-Map verknüpft sind. Datenmodellierungen erfolgen anhand der Kernel-Regression.

Die Daten stammen aus Forschungsprojekten, Praxisdaten, Erhebungen, Literaturdaten und Datenbanken. Durch Partnerschaften mit AGRIDEA, Futtermittellabors und Futtermittelfabrikanten wird die Datenbasis ständig erweitert und aktualisiert. Gerade die Daten aus den Forschungsprojekten der übrigen Agroscope-Institute sollten noch besser für die Futtermitteldatenbank verfügbar gemacht werden.

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

1. Der Stand der Arbeiten des Tätigkeitsfeldes wird in den jährlichen Jahresberichten dokumentiert.
2. Der Stand der Arbeiten im Nationalfondsprojekt wird in einem jährlichen Scientific Report dokumentiert. Ein wissenschaftlicher Abschlussbericht ist vorgesehen.
3. Der Wissenstransfer erfolgt stufengerecht an die verschiedenen Kunden mittels wissenschaftlichen und praxisorientierten Publikationen, Vorträgen, Tagungen, Medienmitteilungen, Newsletter und Beratungen.

3.2 Kunden

1. Futtermittelbetriebe
2. Landwirtschaftliche Beratung und Schulen
3. Milch- und Fleischproduzenten
4. Forschungsinstitute
5. Tierärzte

3.3 Nutzen

1. Futtermittelbetriebe:
 - erhalten durch die Analysenergebnisse entsprechende Auskunft zur Qualität und Sicherheit ihrer Futtermittel.
 - haben Zugriff auf eine breite Palette von aktualisierten Futterdaten in der Futtermitteldatenbank, die zur Optimierung von Futterrezepturen zur Verfügung stehen, was zu Analysenkosteneinsparungen führt.
2. Landwirtschaftliche Beratung und Schulen
 - Die umfangreiche Datenbasis erlaubt schnelle und gezielte Abfragen zu Nährstoffen und Nährwerten von Futtermitteln, was eine bessere Fütterungsplanung erlaubt. Der Berater kann auf diesem Gebiet effizienter beraten und Empfehlungen in eigenen Hilfsmitteln einfließen lassen (z.B. Merkblätter, Online-Tools). Die Futtermitteldatenbank kann gezielt im landwirtschaftlichen Unterricht eingesetzt werden.
3. Milch- und Fleischproduzenten:
 - erhalten Auskunft und Beratung über die Qualität der analysierten Futtermittel und können diese gezielt einsetzen oder unter Umständen vernichten (bei ungenügender Qualität). Dies spart Kosten.
 - Die umfangreiche Datenbasis in der Futtermitteldatenbank erlaubt schnelle und gezielte Abfragen zu Nährstoffen und Nährwerten von Futtermitteln, was eine bessere Fütterungsplanung erlaubt und Umweltbelastungen minimiert (z.B. Nährstoffbilanz muss stimmen, damit Direktzahlungen bezahlt werden). Dies führt zu Kosteneinsparungen und die Umwelt wird weniger belastet.
4. Forschungsinstitute:
 - Die umfangreiche Datenbasis erlaubt schnelle und gezielte Abfragen zu Nährstoffen und Nährwerten von Futtermitteln, die zu eigenen Forschungs- oder Vergleichszwecken (z.B. von Laborresultaten) sowie für Beratungsanfragen dient.
5. Tierärzte
 - erhalten Auskunft und Beratung über die Qualität der analysierten Futtermittel und können ihre Kunden gezielt beraten. Dies spart Kosten.

- Die umfangreiche Datenbasis in der Futtermitteldatenbank erlaubt schnelle und gezielte Abfragen zu Nährstoffen und Nährwerten von Futtermitteln und hilft Kosten einsparen.

3.4 Impact

- Im Rahmen der Ursachen- und Lösungssuche führen Analyseresultate und Beratungen zu einer höheren Futtermittel- und Lebensmittelsicherheit und zu tieferen Kosten.
- Die Kunden erhalten wichtige und umfangreiche Informationen zu ihren Futtermitteln und können diese dementsprechend besser einsetzen, was zu einer höheren Effizienz und zur Minimierung von Umweltbelastungen führt.
- Die Kunden holen sich nützliche, praxisorientierte und aktuelle Informationen bei Agroscope.



Description du champ d'activité 14.21.4.1

21.4. Systèmes pastoraux

1 Vue d'ensemble

1.1 Données de base

Titre original	Fonctionnement et services fourragers des systèmes pastoraux et des herbages
Titre original abrégé	Systèmes pastoraux
Titre allemand	Leistungen von Weidesystemen und Grünland
Titre allemand abrégé	Weidesysteme
Titre anglais	Functioning and agronomic services of grazing systems and grasslands
Titre anglais abrégé	Grazing systems
Responsable du champ d'activité	Mosimann Eric
Responsable délégué du champ d'activité	Meisser Marco
Mots-clés	grassland, pasture, forage, ecology, climate
Début	2014
Durée	4 ans
Contribution au thème central*	11.3. Alimentation animale et exploitation herbagère Tierernährung, Graslandnutzung, Weidesysteme

* Les pôles thématiques font partie du mandat de prestations. Chaque pôle thématique comprend 3 à 4 thèmes centraux.

1.2 Résumé

Les herbages couvrent une large part du territoire et participent à la production de denrées animales (lait/fromage/viande) de haute qualité. La politique agricole encourage les élevages de ruminants privilégiant une part importante d'herbe dans le fourrage. Les prairies et les pâturages fournissent de nombreux services à la société. Le champ d'activité des systèmes pastoraux est orienté sur la caractérisation des services agronomiques des herbages, en vue d'améliorer l'autonomie fourragère des exploitations d'élevage. Les recherches sont généralement localisées dans l'Arc jurassien, en raison de l'importance des herbages et de la grande diversité des conditions naturelles de sol et de climat. Dans ce contexte, les actions prévues concernent le développement des mélanges de graminées et légumineuses, les effets de la sécheresse sur la production des pâturages, l'optimisation de la res-

source herbagère dans les élevages laitiers et la pâture en zone de montagne. Les mécanismes de résistance et d'adaptation des espèces végétales aux conditions environnementales et aux pratiques d'exploitation sont étudiés sous l'angle de la phytosociologie et de l'écologie fonctionnelle. Les caractéristiques, en particulier le potentiel de production animale des herbages seront identifiées à l'aide de mesures de rendement, d'analyses de la valeur nutritive et de bilans fourragers dans des exploitations pilotes. Les connaissances issues de ces recherches permettent d'améliorer les pratiques agricoles, telles que les semis de prairies, la fréquence des utilisations, la maîtrise des plantes indésirables et la gestion des pâturages. Enfin, pour ce qui concerne les zones marginales, les recherches permettront d'approfondir les connaissances en ce qui concerne les relations troupeau-végétation et de préciser les déterminants de la végétation (y compris processus de succession). *In fine*, il s'agit d'affiner les recommandations de gestion de ces milieux pour optimiser les production animales et l'effet d'entretien du territoire avec des chargements en bétail souvent réduits.

2 Plan de recherche / Description du champ d'activité

2.1 Problématique / Objet

Les herbages couvrent environ 70% de la surface agricole suisse et représentent la principale ressource fourragère pour les élevages de ruminants. La promotion des produits laitiers et carnés issus d'un affouragement à l'herbe est un axe important de la politique agricole. La performance des herbages peut être très différente d'une région à l'autre et s'illustre par des potentiels de production animale variés. Dans les zones les moins favorables à la production fourragère, en montagne ou en situation de sécheresse, des solutions doivent être trouvées afin d'optimiser la production des pâturages et de disposer de ressources fourragères locales. L'autonomie fourragère engage une réflexion à long terme et débouche sur une longue liste de demandes de recherches.

Les recherches prévues se déploieront en grande partie dans l'Arc jurassien, en raison des conditions climatiques contrastées (situations sèches en plaine à rudes en montagne) et de l'importance des herbages (typicité des produits). Les quatre domaines d'activités sont interconnectés par des méthodes communes et se déclinent comme suit :

1. **Développement des Mélanges standard.** C'est une carte maîtresse de la production fourragère Suisse. Les labels ADCF et la mise à jour des recommandations variétales et des mélanges (voir 42.1 *Futterbau / Graslandsysteme*) sont unanimement appréciés par le commerce des semences et par les utilisateurs. Le modèle inspire un intérêt croissant en Europe et résulte sur de nouvelles collaborations. Les besoins exprimés concernent l'utilisation de nouvelles espèces/variétés et la pérennisation des mélanges, en particulier dans les zones sèches et en montagne (campagnols).
2. **Réponses des herbages aux changements climatiques.** En 2050, à l'ouest de la Suisse, les précipitations estivales lors des années extrêmes pourraient ne représenter que 30% des moyennes pluriannuelles (CH2011). Dans l'Arc jurassien, les sous-sols drainants accentuent l'effet d'un éventuel déficit hydrique et la réponse des herbages à un tel stress est encore mal connue. L'influence des pratiques d'exploitation sur ces réponses demande également à être précisée.
3. **Optimisation de la production de lait basée sur les herbages.** La part du maïs et des concentrés dans l'affouragement des vaches laitières est importante dans le Massif jurassien. Des activités de recherches sont prévues dans un réseau d'exploitations laitières (projets 'Progrès-herbe' et 'milClim'), en vue d'augmenter l'autonomie fourragère. Les besoins exprimés concernent la gestion

des pâturages, la production de protéines, la pérennité des mélanges et la résistance des herbages à la sécheresse. Ces projets permettront de tester les hypothèses issues des essais plus académiques réalisés dans les deux premières parties du champ d'activité.

4. **Pâturage des zones marginales.** La Suisse se reboise, en particulier dans les zones de montagne, qui sont caractérisées par le recul de la production laitière et la diminution du cheptel estivé. Ce phénomène a souvent pour conséquence un appauvrissement social des régions concernées ainsi qu'une diminution de la diversité paysagère et biologique. A l'avenir, la gestion des grands espaces sera d'autant plus délicate que les chargements en bétail vont encore baisser. Par ailleurs, la conduite de la pâture est d'autant plus difficile que les végétations sont diversifiées et hétérogènes. Sur le plan des produits animaux, les zones marginales sont souvent le lieu de production de spécialités à haute valeur ajoutée. Afin de promouvoir le savoir-faire traditionnel, il convient de mettre en évidence les liens entre terroir et qualité des produits, en particulier pour la viande.

2.2 Objectifs

Compte tenu des contraintes d'adaptation des élevages aux conditions naturelles et au marché, **l'objectif prioritaire** du projet est d'assurer une meilleure valorisation de l'herbe et une amélioration des connaissances du fonctionnement des pâturages. Les objectifs particuliers sont déclinés selon les quatre thèmes de recherche.

1. **Développement des Mélanges standard.** Prendre en compte les résultats des épreuves variétales effectuées conjointement (tâche légale) et tenir à jour la liste des mélanges standard, en appui aux activités du groupe 42.1. En particulier, mettre au point les mélanges esparcette-lotier-graminées et développer des mélanges pour une durée supérieure à cinq ans.
2. **Réponses des herbages aux changements climatiques.** Evaluer la réponse des herbages jurassiens au risque de sécheresse, notamment en ce qui concerne le rendement et la qualité du fourrage. Décrire les mécanismes de résistance et de résilience des herbages au stress hydrique. Analyser les processus écologiques et physiologiques qui sont liés à ces mécanismes. Fournir des références aux agriculteurs et aux politiques pour anticiper les changements à venir.

Ce projet partiel entend également apporter une contribution aux travaux de l'équipe 41.1 (Jürg Fuhrer) consacrés à l'évaluation des aptitudes climatiques (actuelles et futures) des différentes cultures et selon les régions (Anliegen 342). Il est également en lien avec la demande 341.

3. **Optimisation de la production laitière basée sur les herbages.** Soutenir les producteurs de lait dans leur démarche d'optimisation des fourrages locaux. Caractériser la production des herbages, en particulier des pâturages sur un réseau d'exploitations et de parcelles dans diverses conditions de plaine et de montagne. Fournir des informations saisonnières actualisées sur la pousse de l'herbe, les cultures fourragères et la gestion du pâturage.
4. **Pâturage des zones marginales.** Préciser le potentiel fourrager des milieux marginaux. Approfondir les connaissances dans le domaine du comportement et de la sélection alimentaire au pâturage. Décrire les relations entre les pratiques d'exploitation et les évolutions de la végétation. Evaluer de nouveaux systèmes de pâture, tant sur le plan de l'entretien que de la production.

2.3 Indications bibliographiques

Deléglise C., Meisser M., Mosimann E. 2013. A trait-based approach to assess the resistance of a mountain grassland during an extreme drought event and the impact of management. *In*: 17th Meet-

- ing of the FAO-CIHEAM Mountain Pastures Network. Pastoralism and ecosystem conservation. Trivero, 6 and 7 June 2013, Italy.
- Frick R., Bertossa M., Suter D., Hirschi H., 2012. Liste 2013-2014 des variétés recommandées de plantes fourragères. *Recherche Agronomique Suisse*. 3, (10), 1-8
- Meisser M., Amaudruz M. and Jeangros B. 2008. Variations in the phenology of semi-natural meadows in the western part of Switzerland. *Grassland Science in Europe*, Vol. 13. Proceedings of the 22th General Meeting of the European Grassland Federation. 931-933.
- Meisser M., Frey C., Deléglise C., Mosimann E., 2013. Pâturage mixte bovins-ovins en moyenne montagne: trois années d'essai dans le Jura suisse. *Fourrages*, à paraître.
- Meisser M., Troxler J. 2007. Effet du niveau de chargement sur la composition botanique d'un estivage jurassien. *Revue suisse Agriculture* 39, (2), 67-71.
- Meisser M., Deléglise C., Stévenin L., Mosimann E., Buttler A., Mills R., Signarbieux C., Schlegel P. et Jeangros B. 2013. Effets d'une sécheresse estivale sévère sur une prairie permanente de montagne du Jura. *Recherche Agronomique Suisse*. 4, (11-12), à paraître.
- Mosimann E. 2005. Caractéristiques des pâturages pour vaches laitières dans l'ouest de la Suisse. *Revue suisse d'agriculture*. 37, (3), 99-106.
- Mosimann E., Schmiéd R., Thuillard C.-P. et Thomet P. 2010. Production de viande sur prairies temporaires: intérêt de la féruque élevée. *Recherche Agronomique Suisse*. 1, (5), 194-201.
- Mosimann E., Frick R., Suter D. et Rosenberg E. 2012. Mélanges standard pour la production fourragère. Révision 2013-2016. *Recherche Agronomique Suisse*. 3, (10), 1-12.
- Mosimann E., Meisser M., Deléglise C., Jeangros B. 2012. Potentiel fourrager des pâturages du Jura. *Recherche Agronomique Suisse* 3, (11+12), 516-523.
- Mosimann E., Deléglise C., Demenga M., Frund D., Sinaj S. et Charles R. 2013. Effets de la disponibilité en eau sur la production fourragère en zone de grandes cultures. *Recherche Agronomique Suisse*. 4, (11-12), à paraître.
- Nucera E., Boccardo L., Garzoli D., D'Adda G. et Bertossa M. 2012. PRAMIG: un projet de développement pour mieux valoriser les prairies au sud des Alpes. *Recherche Agronomique Suisse*. 4, (03), 138-145.
- Schori F. Impact de la charge au pâturage sur la qualité de l'herbe et les performances laitières. *Revue suisse d'agriculture*. 41, (6), 2009, 347-352.
- Suter D., Hirschi H. U., Frick R et Aebi P. 2013. Dactyle: résultats de l'examen de 31 variétés. *Recherche Agronomique Suisse*. 4, (7-8), 324-329

2.4 Données et méthodes

1. **Développement des Mélanges standard.** Le développement des mélanges standard est effectué en collaboration étroite avec Reckenholz (42.1. Futterbau / Graslandsysteme), parallèlement avec les tests des variétés fourragères. Les essais sont organisés en deux étapes : screening des diverses formules potentielles en petites parcelles (1,5 m x 6 m) avec 4 répétitions, dans trois lieux (Changins : 430 m ; Goumoens : 630 m ; Frêtaz : 1200 m), puis expérimentation en grandeurs réelles des formules les plus prometteuses (essais en bandes dans diverses exploitations agricoles). Les mesures concernent le rendement en MS, la valeur nutritive et le potentiel de production animale par hectare. Les observations sont ciblées sur la composition botanique, la densité du couvert ou la sensibilité au stress climatique. Mise en place d'un dispositif expérimental permettant d'évaluer les performances des mélanges selon la disponibilité en eau (irrigation et sécheresse simulée).
2. **Réponse des herbages aux changements climatiques.** La simulation des épisodes de sécheresse sera réalisée à l'aide de tunnels maraîchers permettant de soustraire la pluie. La composition des herbages peut-être exprimée sur la base de l'abondance des espèces (diverses méthodes phytosociologiques) mais aussi à partir des certains traits morphologiques et/ou physiologiques appelés traits fonctionnels. Ces derniers constituent un outil adéquat pour décrire le fonctionnement des communautés végétales. Les valeurs de traits reflètent l'influence de facteurs du milieu

et/ou des pratiques d'exploitation et traduisent diverses stratégies et adaptations chez les espèces végétales. En cas de sécheresse, par exemple, la teneur en matière sèche (MS) des limbes augmente et la taille des individus diminue. Ces mécanismes traduisent l'adaptation au stress hydrique (traits de réponse), mais ils influencent aussi le fonctionnement de l'écosystème (traits d'effet), notamment en réduisant la vitesse de décomposition de la litière et le cycle des éléments. Les observations phénologiques seront conduites à l'aide de l'échelle développée par l'ADCF. L'évaluation du rendement se fera selon les méthodes usuelles en vigueur (récoltes de petites surfaces à l'aide de cisailles ou de la motofaucheuse). Enfin, les analyses de fourrage seront réalisées à l'aide du NIRS ou selon les méthodes classiques de référence.

3. **Optimisation de la production de lait basée sur les herbages.** Le cahier des charges établi dans le cadre du projet Progrès-herbe spécifie les activités suivantes sur le réseau d'exploitations laitières: établir les protocoles de mesure des ressources fourragères, participer à des visites ciblées sur demande du conseiller agricole ou du conseiller des alpages, élaborer des recommandations ciblées pour ces exploitations, participer à l'élaboration d'un concept de complémentarité entre les exploitations du canton sur l'approvisionnement en fourrages et en concentrés au niveau de la petite région, participer à la formulation de la synthèse des travaux et à la présentation des résultats lors des séminaires annuels et des cours de formation des conseillers et des agriculteurs.
4. **Pâturage des zones marginales.** Les relevés de végétation se feront à l'aide de méthodes de référence (Daget et Poissonet; Braun-Blanquet, etc.). le potentiel fourrager peut être estimé au travers de plusieurs méthodes qui sont basées sur la composition botanique, la hauteur du couvert végétal, sa structure ou encore la mesure du rendement. Diverses méthodes existent, elles demandent à être évaluées et développées.
Les analyses thématiques et géographiques des données de position et de végétation seront conduites à l'aide des outils usuels d'information géographique. Enfin, les analyses de fourrage seront réalisées à l'aide du NIRS ou selon les méthodes classiques de référence.

3 Pertinence et utilité

3.1 Compte rendu

Les résultats des recherches seront publiés dans les revues scientifiques (peer-reviewed international journals, Recherche agronomique Suisse), sous forme de fiches techniques (Agridea, ADCF, Agroscope-Actuel) et d'articles pour la presse agricole. Les nouvelles connaissances seront également transmises sous la forme de cours pour les conseillers agricoles ou de journées d'information pour les producteurs.

3.2 Clients

1. **Développement des Mélanges standard.** ADCF, Swiss-Seeds, OH-semences, Schweizer-semences, Steffen-semences, UFA-semences, agriculteurs.
2. **Réponses des herbages aux changements climatiques.** OFAG, OFEV, conseillers agricoles, agriculteurs, cantons.
3. **Optimisation de la production de lait basée sur les herbages.** OFAG, OFEV, PSL, Vache mère Suisse, conseillers agricoles, Canton de Vaud, Pro-lait, Parc Naturel régional du Jura vaudois, agriculteurs.

4. **Pâturation des zones marginales.** Sociétés d'économie alpestre, conseillers agricoles, ONG et cantons.

3.3 Utilité

L'ensemble des travaux de recherche converge vers une utilisation optimale des herbages en vue de produire du lait ou de la viande. La nouvelle politique agricole encourage les éleveurs à maximiser la part d'herbe dans l'alimentation des troupeaux. Les activités de recherche sur des prairies et des pâturages dans l'Ouest de la Suisse permettent de prendre en compte les zones de plaine comme de montagne, ainsi que d'élaborer des références en vue d'une adaptation à la sécheresse. Les partenariats établis et envisagés couvrent l'ensemble de la chaîne sol-plante-animal-lait/viande et répondent de ce fait aux attentes des consommateurs.

Sur le plan scientifique, les dispositifs envisagés sont en 'grandeur réelle' pour répondre aux besoins de recherches appliquées. Les expérimentations avec le bétail seront développées avec le groupe 21.1 et de nouvelles méthodes proposées par nos partenaires de l'EPFL ou de IRSTEA seront intégrées. Nos activités dans le Parc Naturel Régional du Jura Vaudois sont également bien perçues et permettent de répondre aux demandes agronomiques suscitées dans le développement de projets régionaux.

3.4 Impact

- Recommandations pour le choix des variétés fourragères : base légale pour le commerce des semences, en particulier la labélisation des mélanges standard.
- Nouveaux mélanges à base de lotier et d'esparcette : réponse à la demande des éleveurs (en particulier de petits ruminants) de valoriser ces deux espèces riches en tanins condensés.
- Parcelles expérimentales et de démonstration permettant de suivre l'évolution des mélanges longue durée dans diverses conditions d'approvisionnement en eau : proposer de nouvelles formules au commerce des semences et aux producteurs confrontés au problème de dégradation des prairies semées en conditions sèches.
- Critères pour le choix des cultures fourragères en zones de grandes cultures, selon la disponibilité en eau : proposer des alternatives à la culture du maïs pour les éleveurs de plaine.
- Données sur la production des prairies et des pâturages en conditions de sécheresse : fournir les références nécessaires au développement de mesures lors d'épisodes de sécheresse (OFAG, Suisse Grêle, filières AOP, ...).
- Caractérisation de l'écologie des espèces des prairies et des pâturages : faire progresser les typologies utilisées pour caractériser la production et la valeur nutritive des prairies.
- Partenariat renforcé avec les acteurs de recherches connexes (zootéchnie, écologie fonctionnelle, cycles de vie, modélisation de la production fourragère, cartographie des potentiels de production)



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.21.5.1

Artgemässe Nutztierhaltung

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Grundlagen zur tiergerechten Haltung von Wiederkäuern und Schweinen
Titel Originalsprache kurz	Artgemässe Nutztierhaltung
Titel französisch	Études sur la détention convenable des ruminants et des porcs
Titel französisch kurz	Bein-être animal
Titel englisch	Studies into the proper housing of ruminants and pigs
Title english short	Farm animal welfare
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Wechsler Beat
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Keil Nina
Keywords	animal welfare, housing, behaviour, health, cattle, pig, sheep, goat
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	11.4 Tierhaltung und Tierzucht

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Das Zentrum für tiergerechte Haltung: Wiederkäuer und Schweine ist ein Kompetenzzentrum des Bundesamtes für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV). Die im Tätigkeitsfeld „Artgemässe Nutztierhaltung“ durchgeführten Forschungsprojekte dienen einerseits dazu, wissenschaftliche Grundlagen für die Entscheidungsfindung betreffend Gesuche im Rahmen des Prüf- und Bewilligungsverfahrens für serienmässig hergestellte Aufstallungssysteme und Stalleinrichtungen zu erarbeiten. Andererseits werden Projekte zu aktuellen, tierschutzrelevanten Problemen der Nutztierhaltung durchgeführt mit dem Ziel, neue Erkenntnisse für die Beratung der kantonalen Vollzugsbehörden und für die Weiterentwicklung der Tierschutzgesetzgebung zu gewinnen.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Das Zentrum für tiergerechte Haltung: Wiederkäuer und Schweine ist ein Kompetenzzentrum des Bundesamtes für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV). Es ist mit folgenden Aufgaben betraut:

- Bearbeitung der Gesuche im Rahmen des Prüf- und Bewilligungsverfahrens für serienmässig hergestellte Aufstallungssysteme und Stalleinrichtungen für Wiederkäuer und Schweine (Auftrag gemäss Tierschutzgesetz und Tierschutzverordnung)
 - Durchführung von Forschungsprojekten zu aktuellen, tierschutzrelevanten Problemen der Nutztierhaltung
 - Unterstützung der kantonalen Behörden beim Vollzug der Tierschutzgesetzgebung im Bereich der Nutztierhaltung
 - Erarbeiten von wissenschaftlichen Grundlagen für die gesetzliche Regelung der Nutztierhaltung
- Im Zusammenhang mit diesen Aufgaben werden regelmässig Forschungsprojekte initiiert, die in Form von Dissertationen oder Masterarbeiten durchgeführt werden.

2.2 Ziele

1. Es liegen wissenschaftliche Grundlagen für die Entscheidungsfindung betreffend Gesuche im Rahmen des Prüf- und Bewilligungsverfahrens für serienmässig hergestellte Aufstallungssysteme und Stalleinrichtungen vor.
2. Wissenschaftliche Untersuchungen haben zu neuen Erkenntnissen für die Beratung der kantonalen Vollzugsbehörden und für die Weiterentwicklung der Tierschutzgesetzgebung geführt.
3. Die Ergebnisse der Untersuchungen sind für Tierhaltende, landwirtschaftliche Beratungsstellen, Vollzugsbehörden sowie für das wissenschaftliche Fachpublikum in geeigneter Weise veröffentlicht.

2.3 Literaturangaben

- Buck, M., Wechsler, B., Gygax, L., Steiner, B., Steiner, A. und Friedli, K. (2012) Wie reagieren Kühe auf den Entmistungsschieber? Untersuchungen zum Verhalten und zur Herzaktivität. ART-Bericht 750, Agroscope ART, Tänikon.
- Castro, I.M.L., Gygax, L., Wechsler, B. and Hauser, R. (2011) Increasing the interval between winter outdoor exercise aggravates agonistic interactions in Hérens cows kept in tie-stalls. *Applied Animal Behaviour Science*, 129: 59-66.
- Gygax, L., Neisen, G. and Wechsler, B. (2010) Socio-spatial relationships in dairy cows. *Ethology*, 116: 10-23.
- Haufe, H.C., Gygax, L., Wechsler, B., Stauffacher, M. and Friedli, K. (2012) Influence of floor surface and access to pasture on claw health in dairy cows kept in cubicle housing systems. *Preventive Veterinary Medicine*, 105: 85-92.
- Keil, N.M., Imfeld-Mueller, S., Aschwanden, J. and Wechsler, B. (2012) Are head cues necessary for goats (*Capra hircus*) in recognising group members? *Animal Cognition*, 15: 913-921.
- Kutzer, T., Brötje, A. und Wechsler, B. (2012) Einfluss des frühen Angewöhnens an die Abkalbebuch auf das Verhalten von Färsen. In: KTBL (Ed.), Aktuelle Arbeiten zur artgemässen Tierhaltung 2012, KTBL-Schrift 496, pp. 120-129. KTBL, Darmstadt.

- Patt, A., Gygax, L., Wechsler, B., Hillmann, E., Palme, R. and Keil, N.M. (2013) Factors influencing the welfare of goats in small established groups during the separation and reintegration of individuals. *Applied Animal Behaviour Science*, 144: 63-72.
- Reefmann, N., Muehleemann, T., Wechsler, B. and Gygax, L. (2012) Housing induced mood modulates reactions to emotional stimuli in sheep. *Applied Animal Behaviour Science*, 136: 146-155.
- Siebenhaar, M., Gygax, L. und Wechsler, B. (2012) Beurteilung einer neuartigen Liegeboxenabtrennung hinsichtlich Tiergerechtheit. *Landtechnik*, 67: 212-215.
- Weber, R., Ettinger, A., Wechsler, B., Gygax, L. und Steiner, B. (2012a) Entmistungsschieber für Schweine: Geeignete Abmessungen und Untersuchungen zur Tiergerechtheit. ART-Bericht 759, Agroscope ART, Tänikon.
- Weber, R., Wechsler, B., Marolf, U., Grob, F., Humbel, W., Peterhans, E. und Thalmann, U. (2012b) Perforierte Liegeflächen in der Mastschweinehaltung: Sauberkeit von Buchten und Tieren. ART-Bericht 758, Agroscope ART, Tänikon.
- Wechsler, B. (2005) An authorisation procedure for mass-produced farm animal housing systems with regard to animal welfare. *Livestock Production Science*, 94: 71-79.
- Wechsler, B. (2011) Floor quality and space allowance in intensive beef production: A review. *Animal Welfare*, 20: 497-503.
- Wechsler, B., Neuffer, I., Helmreich, S., Gygax, L. und Hauser, R. (2012) Automatische Melksysteme: Aspekte der Tiergerechtheit. ART-Bericht 752, Agroscope ART, Tänikon.
- Zwicker, B., Gygax, L., Wechsler, B. and Weber, R. (2013) Short- and long-term effects of eight enrichment materials on the behaviour of finishing pigs fed ad libitum or restrictively. *Applied Animal Behaviour Science*, 144: 31-38.

2.4 Daten und Methoden

Für die Beurteilung der Tiergerechtheit von Aufstallungssystemen und Stalleinrichtungen werden in der Regel ethologische (Buck et al. 2012; Siebenhaar et al. 2012; Weber et al. 2012a; Wechsler 2011; Zwicker et al. 2013) und veterinärmedizinische Parameter (Haufe et al. 2012; Weber et al. 2012b) beigezogen. Seit einigen Jahren ist es zudem möglich, nicht invasiv physiologische Parameter zur Stressbelastung zu erheben. So kann beispielsweise die Cortisolkonzentration im Speichel (Wechsler et al. 2012), in der Milch (Wechsler et al. 2012) oder im Kot (Patt et al. 2013) bestimmt werden. Zudem ist es möglich, durch Messungen der Herzfrequenz und -variabilität Aussagen zur Stressbelastung der Tiere zu machen (Buck et al. 2012; Reefmann et al. 2012; Wechsler et al. 2012).

Nach Möglichkeit werden zunehmend technische Möglichkeiten genutzt, um tierbezogene Parameter automatisch zu erfassen. Beispiele hierfür sind die automatische Tierortung (Gygax et al. 2010; Wechsler et al. 2012) sowie Sensoren zur Erfassung des Liegeverhaltens (Patt et al. 2013; Siebenhaar et al. 2012; Wechsler et al. 2012), des Futteraufnahmeverhaltens (Patt et al. 2013) oder der Atemfrequenz (Reefmann et al. 2012).

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

Die Forschungsergebnisse werden in internationalen, peer-reviewten Zeitschriften publiziert. Darüber hinaus werden sie an internationalen und nationalen Tagungen präsentiert. Für den Wissenstransfer in die Praxis werden praxisorientierte Publikationen erstellt (z.B. ART-Berichte, UFA-Revue, Landfreund, Suisseporcs Informationen, Landwirtschaftliche Presse).

3.2 Kunden

- Stallbaufirmen (Bewilligungsverfahren für Stalleinrichtungen)
- Tierhaltende (Beratung; praxisorientierte Publikationen; Artikel in landwirtschaftlicher Presse; Internetseite „Nutztiere“ des BLV)
- Kantonale Tierschutzvollzugsstellen (Beratung; praxisorientierte Publikationen)
- BLV (Beratung; Entwicklung der Tierschutzgesetzgebung)
- BLW (Beratung)
- Branchenorganisationen (Beratung; praxisorientierte Publikationen)
- Universitäten (Lehre)
- In- und ausländische Forschungsgruppen im Bereich der tiergerechten Nutztierhaltung (wissenschaftliche Publikationen und Tagungsbeiträge)
- Öffentlichkeit (Internetseite „Nutztiere“ des BLV; Artikel in landwirtschaftlicher Presse)

3.3 Nutzen

Die auf den Forschungsarbeiten beruhenden Entscheide im Rahmen des Prüf- und Bewilligungsverfahrens für serienmässig hergestellte Aufstallungssysteme und Stalleinrichtungen stellen eine tiergerechte Haltung sicher, helfen den Gesuchstellern bei der Optimierung der Stalleinrichtungen unter dem Aspekt der Tiergerechtheit und gewährleisten für die Käufer, dass die Einrichtungen und Aufstallungssysteme den Anforderungen der Tierschutzgesetzgebung entsprechen (Investitionsschutz). Die Ergebnisse der Forschungsarbeiten fliessen in die Beratung der Tierhaltenden und der kantonalen Tierschutzvollzugsstellen ein.

3.4 Impact

Die Ergebnisse der Forschungsarbeiten können zu einer Weiterentwicklung der Tierschutzgesetzgebung führen. Dies kann zu Änderungen der Haltungsbedingungen von Wiederkäuern und Schweinen sowie zu Änderungen im Umgang mit den Tieren (Managementmassnahmen) führen.



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.22.1.1

Zucht und Haltung von Equiden

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Zucht, Haltung und Nutzung von Equiden in der Schweiz
Titel Originalsprache kurz	Zucht und Haltung von Equiden
Titel englisch	Breeding, housing and utilization of equids in Switzerland
Titel english short	Breeding & housing of equids
Titel français	Élevage, détention et utilisation d'équidés en Suisse
Titel français court	Élevage & détention d'équidés
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Ruedi von Niederhäusern
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Iris Bachmann
Keywords	Breeding, genetics, ethology, housing, feeding, welfare, training, Franches-Montagnes horse breed, animal genetic resources
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema(en)*	11.4

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 2 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

In der Schweiz wie in vielen Industrienationen hat die Pferdehaltung in den letzten 20 Jahren stark zugenommen. Ein Gros der Pferde findet sich dabei in der Landwirtschaftszone. Pferde haben bei uns nur marginale Bedeutung als Arbeitstiere, sie generieren aber Einkommen in der Landwirtschaft in Form von Aufzucht- und Pensionspferden.

Die Freibergerpferde (FM) stehen, als einzige Pferderasse schweizerischer Herkunft, stark im Fokus der Aktivitäten des Schweizerischen Nationalgestüts von Agroscope. 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. Mit Forschung im Bereich des Populationsmanagements leistet das Schweizerische Nationalgestüt von Agroscope einen entscheidenden Beitrag zur Lösung der aktuellen sowie zukünftigen Fragestellungen zur langfristigen Erhaltung des Freibergerpferdes. Der Freiberger eignet sich, dank der hervor-

ragenden 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 konnten Mitarbeitende der Forschungsgruppe Pferdezücht & -haltung in den letzten Jahren Beiträge leisten. Diese gilt es zu vertiefen und weiterzuentwickeln.

Aufgrund der wachsenden Sensibilität der Gesellschaft und strengerer Gesetzgebung akzentuieren sich zunehmend Fragestellungen in den Bereichen Tierschutz, Wohlbefinden, Tierhaltung und Nutzungsformen. Da Pferdehaltende heute oftmals ein tiefes Niveau an Erfahrung, Ausbildung und Können in Bezug auf den Umgang und die Haltung mit/von Pferden ausweisen, werden auch Aspekte der Sicherheit für Mensch und Tier zentral. Es gilt daher, wissenschaftliche Grundlagen für zeitgemässe Pferdehaltung, sichere und effektive Trainingsmethoden und für die Selektion von Pferden mit geeignetem Charakter zu generieren.

Die Relevanz bezüglich Kernthema 11.4 ist sehr hoch, da mit diesem Tätigkeitsfeld Anliegen betreffend der Zucht, dem Tierwohl, der Sicherheit als auch der Rentabilität behandelt werden.

Der langfristige Erhalt der Zucht von Freibergerpferden mittels Sicherung der genetischen Diversität führt zu einer gesteigerten Markttauglichkeit der Pferde und damit zur Erhöhung der Rentabilität für die Arbeit der Züchter. Dies, zusammen mit den auftretenden Fragen zur Sicherheit und zum Tierwohl in der Haltung und bei der Nutzung von Pferden, unterstreicht die Notwendigkeit zur Erarbeitung von wissenschaftlichen Grundlagen für die Gesetzgebung und den Vollzug.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Die Schweiz zählt insgesamt über 100'000 Pferde (Equiden aller Art); davon werden 78% auf rund 12'000 Landwirtschaftsbetrieben gehalten. Der Bestand der auf diesen Betrieben gehaltenen Pferde erhöhte sich zwischen 1995 und 2013 um 63% von 49'000 auf 80'000 Tiere.

Die grosse Mehrheit der insgesamt 100'000 Pferde wird hauptsächlich von jungen Frauen für die Freizeit und die Zucht eingesetzt. Nur eine Minderheit von 10'000 Tieren kommt in Wettkämpfen zum Einsatz. Diese Pferde wurden mehrheitlich importiert.

Die Freibergerrasse (FM) spielt als einzige Pferderasse schweizerischer Herkunft eine tragende Rolle für die Biodiversität. Die Pferdezücht ist allerdings wenig rentabel, im Vergleich zum Ausland ist sie mit hohen Produktionskosten konfrontiert. Trotz des hohen Qualitätsniveaus gehen die Zuchtpferdebestände zurück, wovon besonders die Freibergerrasse betroffen ist. Die somit immer kleiner werdende Zuchtpopulation ist, unter Vorgabe des seit 20 Jahren geschlossenen Herdebuches, von einer stetig ansteigenden Inzuchtproblematik betroffen. Das Schweizerische Nationalgestüt leistet hier mit seiner Forschung im Bereich des Populationsmanagements sowie des zielgerichteten Einsatzes seiner Zuchthengste einen entscheidenden Beitrag zur Lösung dieser aktuellen sowie zukünftigen Fragestellungen zur Erhaltung der Rasse (u.a. gemäss Art. 23-25 TZV; FAO, 2007).

In Zusammenarbeit mit dem Institut für Genetik der VetSuisse-Fakultät der Universität Bern und der HAFL gründeten ALP-Haras im Jahr 2012 das Kompetenzzentrum Tierzücht. Das Ziel dieses Zusammenschlusses ist der koordinierte Auf- und Ausbau des Bereiches Tierzücht in der Schweiz und die Förderung des fachlichen und wissenschaftlichen Nachwuchses. Dabei stehen zwei Themengebiete heute im Zentrum der Tierzüchtforschung weltweit: Die immer schnellere Erzeugung von immer umfangreicheren DNA-Datensätzen (SNPs, Sequenzen) durch fortwährenden technologischen Fortschritt. Die Nutzung der riesigen Datenmengen mittels Entwicklung geeigneter biostatistischer Verfahren unter Berücksichtigung der Rechenleistung und der Umsetzbarkeit in den Zuchtprogrammen (Hayes et al., 2009; Hayes et al., 2010). Die genetischen Daten liefern zudem die Voraussetzung zur Aufdeckung der biologischen Hintergründe der phänotypischen Variation von Merkmalen bei unseren Nutztieren (QTL-Kartierung – u.a. Andersson et al., 2012). Die Kombination von molekularbiologi-

schen Daten und statistischen Auswertungsverfahren erlauben es in Zukunft Nutztiere viel kostengünstiger und gezielter auf neue Kundenwünsche und gesellschaftliche Erwartungen hin zu selektieren. Merkmale wie Gesundheit, Verhalten, Anpassungen an neue Umweltbedingungen, Produktequalität (Milch, Fleisch, etc.), die mit klassischen populationsgenetischen Instrumenten in Zuchtprogrammen nur bedingt berücksichtigt werden konnten, erlangen neue Perspektiven. Die Forschungsgruppe Pferdezücht & -haltung liefert zusammen mit den wissenschaftlichen Partnern, durch die Entwicklung neuer methodischer Ansätze und durch neue Erkenntnisse aus den Daten unserer Modellpopulation Freiburger einen substantiellen Beitrag zur Tierzüchtforschung in der Schweiz. Dabei sollten, sollen insbesondere auch Schnittstellen mit der Pflanzenzücht und der Bioinformatik gepflegt werden.

Aufgrund der wachsenden Sensibilität der Gesellschaft und strengerer Gesetzgebung akzentuieren sich zunehmend Fragestellungen in den Bereichen Tierschutz, Wohlbefinden, Tierhaltung und Nutzungsformen. Da Pferdehaltende heute oftmals ein tiefes Niveau an Erfahrung, Ausbildung und Können in Bezug auf den Umgang und die Haltung mit/von Pferden ausweisen, werden auch Aspekte der Sicherheit für Mensch und Tier zentral. Es gilt daher, wissenschaftliche Grundlagen für zeitgemässe Pferdehaltung, sichere und effektive Trainingsmethoden und für die Selektion von Pferden mit geeignetem Charakter zu generieren. Bezüglich Pferde sind die Forschungsaktivitäten in diesen Bereichen in der Schweiz im Vergleich zu anderen Nutztierarten als sehr bescheiden bis nahezu inexistent zu bewerten. Die FG Pferdezücht & -haltung verfügt neben dem tierzüchterischen Know-how auch über hohe Fachkompetenzen in angewandter Ethologie und über vielfältige Vernetzung mit anderen Forschungsinstitutionen.

2.2 Ziele

Oberziel: Das Schweizerische Nationalgestüt (SNG) unterstützt landesweit eine nachhaltige, wettbewerbsfähige und artgerechte landwirtschaftliche Pferdehaltung und -zücht, die auch den übrigen Zielsetzungen der Agrarpolitik entspricht.

1. Das SNG misst dabei der Freibergerrasse (FM), der einzigen Pferderasse schweizerischen Ursprungs, ihrer Erhaltung und Förderung besonderes Gewicht bei, um die genetische Diversität sowie die künftige Marktkonformität sicherzustellen. Die im Bereich Populationsgenetik, auf Basis FM, entwickelten Methoden haben Modellcharakter und können in anderen Spezies angewendet werden.
2. Das SNG richtet seine Forschungs- und Projektarbeit nach den Bedürfnissen der verschiedenen Stakeholder (u.a. Züchter, Kunden) aus. Zudem entwickelt das SNG in den Bereichen Zücht und Genetik, Pferdehaltung und Stalltechnik, Pferdeausbildungsmethoden sowie Charakterbeschreibung die wissenschaftliche Basis für eine moderne Pferdehaltung.
3. Das Gestüt nimmt die Funktion eines Kompetenzzentrums wahr, das den Landwirtinnen und Landwirten, den Pferdehaltenden sowie den Zücht-, Haltungs- und Verwertungsorganisationen zur Lösung ihrer heutigen und künftigen Probleme im Zusammenhang mit der Pferdehaltung und -zücht seine Infrastruktur, Züchttiere sowie sein Know-how ihren Bedürfnissen entsprechend zur Verfügung stellt.

2.3 Literaturangaben

2.3.1 Bereich Ethologie - Haltung

Bachmann I., Stauffacher M., 2002. Haltung und Nutzung von Pferden in der Schweiz: Eine repräsentative Erfassung des Status quo. *Schweiz. Arch Tierheilk.*, 144, 331-347.

Briefer 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

Hausberger M., Gautier E., Biquand V., Lunel C., Jégo P. (2009): Could work be a source of behavioural disorders? A study in horses. *PLoS ONE*; 4(10): e7625.

- Knubben J., Gygas L., Stauffacher M. (2008): Pferde in der Schweiz: Ergebnisse einer repräsentativen Befragung zu Populationszusammensetzung, Haltung und Nutzung im Jahr 2004. Schweiz. Arch. Tierheilk., 150, 387-397.
- König v. Borstel U. (2013): Assessing and influencing personality for improvement of animal welfare: a review of equine studies. CAB Reviews 8, No. 006
- Sankey C., Richard-Yris M.-A., Henry S., Fureix C., Nassur F., Hausberger M. (2010): Reinforcement as a mediator of the perception of humans by horses (*Equus caballus*). *AnimCogn.* 2010;13:753–64
- Visser E.K., van Dierendonck M., Ellis A.D., Rijksen C., van Reenen C.G. (2009): A comparison of sympathetic and conventional training methods on responses to initial horse training. *The Veterinary Journal* 181, 48-52.

2.3.2 Bereich Zucht

- Andersson LS, Larhammar M, Memic F, Wootz H, Schwochow D, et al. (2012) Mutations in DMRT3 affect locomotion in horses and spinal circuit function in mice. *Nature* 488: 642-646.
- FAO (2007) The State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture, Rome.
- Hayes BJ, Bowman PJ, Chamberlain AJ, Goddard ME (2009) Genomic selection in dairy cattle: Progress and challenges. *J Dairy Sci* 92: 433-443.
- Hayes BJ, Pryce J, Chamberlain AJ, Bowman PJ, Goddard ME (2010) Genetic architecture of complex traits and accuracy of genomic prediction: coat colour, milk-fat percentage, and type in Holstein cattle as contrasting model traits. *PLoS Genet* 6: e1001139.
- Hasler, H.; Flury, C.; Menet, S.; Haase, B.; Leeb, T.; Simianer, H. et al. (2011): Genetic diversity in an indigenous horse breed - implications for mating strategies and the control of future inbreeding. In: *JOURNAL OF ANIMAL BREEDING AND GENETICS*, H. 128, 5, S. 394-406.
- Petersen, J. L.; Mickelson, J. R.; Cothran, E. G.; Andersson, L. S.; Axelsson, J.; Bailey, E. et al. (2013a): Genetic diversity in the modern horse illustrated from genome-wide SNP data. In: *PLoS ONE*, Jg. 8, H. 1, S. e54997. Online verfügbar unter doi:10.1371/journal.pone.0054997.
- Petersen, J. L.; Mickelson, J. R.; Rendahl, A. K.; Valberg, S. J.; Andersson, L. S.; Axelsson, J. et al. (2013b): Genome-wide analysis reveals selection for important traits in domestic horse breeds. In: *PLoS Genetics*, Jg. 9, H. 1, S. e1003211. Online verfügbar unter doi:10.1371/journal.pgen.1003211.
- Signer-Hasler, H.; Flury, C.; Haase B.; Burger D.; Simianer H.; Leeb T.; Rieder S. (2012): A genome-wide association study reveals loci influencing height and other conformation traits in horses. In: *PLoS One*, Jg. 7, H. 5, S. e37282.

2.4 Daten und Methoden

2.4.1 Bereich Ethologie - Haltung

- Die aktuellen Forschungsarbeiten im Bereich Ethologie und Haltung des SNG bewegen sich in den Bereichen Optimierung von Haltungssystemen, Stalleinrichtungen und Stalltechnik; Bestimmung von Persönlichkeitsprofilen, Lernvermögen, Stresstoleranz; Testen optimaler individuell angepasster Ausbildungsmethoden sowie Entwicklung von Methoden zur Beurteilung von Emotionen und Wohlbefinden bei Pferden
- Die hierzu benötigten Daten werden projektspezifisch generiert. Es handelt sich um Verhaltensdaten, physiologische Messungen, morphologische Status-Bestimmungen, Erhebungen von Stallmassen und Baumaterialien sowie Daten zu Handlungsmanagement, Fütterungstechnik, Nutzungs-Art und Intensität.
- Zur Generierung der Daten stehen je nach Projekt und Verfügbarkeit der gesamte Pferdebestand des SNG oder einzelne Gruppen davon zur Verfügung sowie die Infrastrukturen für Haltung und Nutzung am Standort Avenches. Zudem werden Privatpferde/Privat-Anlagen von Dritten zur Verfügung gestellt.

Bei den Methoden handelt es sich projektspezifisch um

- Feldstudien/epidemiologische Studien mit Verhaltensbeobachtungen (*scan sampling*, *ad libitum sampling* oder *Sammeln auf Verhalten hin* von Fokustieren oder Gruppen), Erhebungen baulicher Parameter und Managementfaktoren sowie Befragungen von Besitzern, Nutzern und Haltern. Es werden Längsschnitt- und Querschnittstudien durchgeführt, ebenso wie randomisierte Interventionsstudien.
- Experimentelle Studien mit Erfassen der physiologischen und ethologischen Reaktionen von Test- und Kontrollpferden nach standardisierter Stressinduktion (*ACTH challenge test*), in einer Reihe anerkannter Temperamenttests und bei einfachen Lernaufgaben.
- Experimentelle Studien zur Etablierung und Validierung des *cognitive bias test* bei Pferden (nach erfolgreich erlernter Aufgabe werden Pferde mit unklarer/zweideutiger Aufgabe konfrontiert und reagieren entsprechend ihres emotionalen Zustandes unterschiedlich).
- Korrelative Studie zur Identifikation einfacher erfassbarer Verhaltensindikatoren (klassisch ethologisch mit quantitativer Erfassung ausgewählter Verhaltensweisen und/oder Lautäusserungen sowie qualitativ mittels *Qualitative Behaviour Assessment*) für die Beurteilung des Wohlergehens von Pferden.

2.4.2 Bereich Zucht

- Die aktuellen Forschungsarbeiten im molekularen Bereich der Zucht und Genetik des SNG beschäftigen sich mit der Methodenerarbeitung basierend auf genomweiten SNP Genotypen und der Nutzung von vollständigen Genomsequenzen. In diesem Zusammenhang wurde eine repräsentative Stichprobe von 1'077 Freiberger Tieren mit dem Equine SNP50 Genotyping BeadChip® von der Firma Illumina genotypisiert und die Genome von 30 Freiberger Tieren mit der Illumina HiSeq 2000 Plattform, an der Universität Bern, voll-sequenziert.
- Als Alternative zur Sequenzierung aller Genome der Freiberger Tiere, welche aus aktuellen Kostengründen noch nicht realisierbar ist, gibt es die Möglichkeit fehlende SNP-Marker zu imputieren. Dabei werden die Marker des Equine SNP50 Chip unter der Berücksichtigung einer Referenzstichprobe (30 voll-sequenzierte Genome) auf das Niveau des voll sequenzierten Genoms aufgefüllt.
- Analyse der Imputationsqualität bei der Imputation von 50k-Niveau auf das Niveau voll sequenzierter Genome. Bei dieser Analyse werden bereits bestehende Programme untersucht und neue Methoden und Ansätze für das korrekte Ableitung von fehlenden Genotypen erarbeitet.
- Auf Basis des voll-imputierten Datensatzes werden Alleleffektschätzungen und QTL Kartierungsstudien wichtiger Merkmale wie, Leistung, Verhalten, Gesundheit bei Pferden, Bienen und weiteren Nutztieren durchgeführt.
- Entwicklung und Evaluation der genomischen Selektion bei Pferden und Bienen.
- Der Bestand an qualitativ hochstehenden Zuchthengsten bildet die Grundlage für eine Schweiz weite Versorgung mit genetischem Material. Die ständige Aus- und Weiterbildung der Pferde in den Disziplinen Fahren und Reiten ermöglichen qualitativ hochstehende Auftritte im In- und Ausland. Die Hengste des Schweizerischen Nationalgestüts von Agroscope dienen diesbezüglich auch als Botschafter unseres Landes. Die Präsenz an Veranstaltungen hilft bei der Bekanntmachung der FM Rasse und generiert eine absatzfördernde Wirkung auf die Produkte der bäuerlichen Pferdezucht der Schweiz.

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

Wissenschaftlich relevante Ergebnisse und neue Erkenntnisse werden in international anerkannten Fachzeitschriften publiziert und auf internationalen Tagungen präsentiert. Die Gestaltung der Projekte sieht vor, dass neben den wissenschaftlichen Fragestellungen auch technische und praxisorientierte Fragestellungen behandelt werden. Durch diese flexible Gestaltung der Projekte können gezielt praxisrelevante Themen und aktuelle Kundenwünsche in den Forschungsarbeiten integriert werden. Die gewonnenen Erfahrungen aus der praxisorientierten Forschung werden in entsprechenden Fachzeitschriften beschrieben und auf Vorträge und Tagungen präsentiert. Bei Bedarf werden zu den einzelnen Themen auch Merkblätter ausgearbeitet und Informationsveranstaltungen abgehalten. Zusätzlich werden aktuelle Themen aus Pferdebranche mittels Print- und interaktiven Medien veröffentlicht.

3.2 Kunden

- Zuchtorganisationen und ihre Mitglieder
- Nutzerorganisationen und ihre Akteure
- Stallbau- und weitere Firmen im Pferdebereich
- Praktiker (Pferdehalter und Ausbilder)
- Behörden / Politische Instanzen / Gesetzgeber
- Forscher (Hochschulen/Unis)
- Generell Pferdebranche

3.3 Nutzen

Langfristiger Erhalt der Pferdezucht FM durch die Sicherung der genetischen Diversität und einer gesteigerten Markttauglichkeit der Produkte. Die im Bereich Populationsgenetik, auf Basis FM, entwickelten Methoden haben Modellcharakter und können in anderen Spezies angewendet werden. Erhöhung der Rentabilität, Sicherheit und des Tierwohls in der Haltung und Nutzung von Pferden Grundlagen für Gesetzgebung und Vollzug Gesetzgebung.

3.4 Impact

- Der Erkenntnisgewinn aus der Forschung in den Bereichen Ethologie und Genetik wird national und international nachgefragt und angewandt.
- Langfristige Sicherstellung der genetischen Diversität, der Gesundheit sowie der Marktkonformität der Freibergerrasse.
- Andere Pferderassen und Tiergattungen profitieren von den entwickelten Methoden und Modellen
- Steigerung der Tier- sowie Volksgesundheit (weniger Unfälle mit schwierigen Pferden), Verbesserung des Tierwohls (Raufutterkonservierung & Fütterung) und gesteigerte Rentabilität der Pferdehaltung (arbeitswirtschaftliche Verbesserungen).



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.22.1.2

Beratung & Wissenstransfer Pferd

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Beratung, Wissenstransfer, Aus- und Weiterbildung der Akteure der Pferdebranche Schweiz
Titel Originalsprache kurz	Beratung & Wissenstransfer Pferd
Titel englisch	Consulting, extension, education and further education of actors in the horse industry
Titel english short	Consulting & extension in the horse industry
Titel français	Conseil, vulgarisation, formation et formation continue pour les acteurs de la filière du cheval
Titel français court	Conseil & vulgarisation pour la filière du cheval
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Ruedi von Niederhäusern
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Brigitte Strickler
Keywords	Consulting, extension, education, further education, horse industry
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema(en)*	16.3

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 2 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

In der Schweiz wie in vielen Industrienationen hat die Pferdehaltung in den letzten 20 Jahren stark zugenommen. Ein Gros der Pferde findet sich dabei in der Landwirtschaftszone. Pferde haben bei uns nur marginale Bedeutung als Arbeitstiere, sie generieren aber Einkommen in der Landwirtschaft in Form von Aufzucht- und Pensionspferden. Sie konsumieren Raufutter und beeinflussen als Weidetiere unsere Landschaft. In der landwirtschaftlichen Ausbildung hat das Pferd seit Jahrzehnten an Bedeutung verloren. Das Schweizerische Nationalgestüt (SNG) von Agroscope ist mit der Beratungsstelle Pferd und seinem Weiterbildungsangebot für bäuerliche Pferdehalter und die gesamte Pferdebranche eine wichtige Unterstützung bei allen Fragen rund um die Haltung, Reproduktion und Zucht von Pferden. Weiter unterstützt es Bildungsinstitutionen auf Fachhochschul- und universitärem Niveau bei der Wissensvermittlung und Erarbeitung von Lehrmitteln.

Das SNG ist das Kompetenzzentrum des Bundes für Equiden innerhalb von Agroscope. Es dient der Forschung und Entwicklung, dem Wissenstransfer sowie der Unterstützung der Pferdezucht und ergänzt die Förderungsmassnahmen für die landwirtschaftliche Pferdehaltung, in dem es u.a.

- eine Beratungsstelle betreibt und Kenntnisse über die Pferdezucht und -haltung an die Bevölkerung vermittelt sowie Aus- und Weiterbildungskurse veranstaltet und selber Lehrlinge in Berufen rund um das Pferd ausbildet.
- selber oder in Zusammenarbeit mit Hochschulen und weiteren Partnern Forschung betreibt und neue wissenschaftliche Erkenntnisse insbesondere in Zucht, Reproduktion, Verhalten und Haltung, Aufzucht und Ausbildung erarbeitet und vermittelt.

Mitarbeitende der Forschungs- und Fachbereichsgruppen des Schweizerischen Nationalgestüts bearbeiten Anfragen von Pferdehaltenden, Pferdezüchtern und Pferdenutzern sowie Versicherungen, Firmen, kantonalen und nationalen Stellen sowie Gerichten, kantonalen und privaten Beratern und Ausbildnern sowie Bildungsinstituten.

Die unabhängige und neutrale Beratung ist ein wichtiger Stützpunkt für die Pferdebranche. Durch Beratung und den Wissenstransfer an Pferdenutzer, -züchter- und Halter leistet das SNG einen wichtigen Beitrag zur Förderung einer wettbewerbsfähigen, bäuerlichen Pferdehaltung und des Tierwohl.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Die Schweiz zählt insgesamt rund 100'000 Pferde (Equiden aller Art); davon werden 78% auf rund 12'000 Landwirtschaftsbetrieben gehalten. Der Bestand der auf diesen Betrieben gehaltenen Pferde erhöhte sich zwischen 1995 und 2013 um 63% von 49'000 auf rund 80'000 Tiere. Die Pferdehaltung und -zucht trägt zur Diversifizierung und Dezentralisierung der landwirtschaftlichen Tätigkeiten sowie zur Erhaltung der Vielfalt in den ländlichen Gebieten, insbesondere im Jura und den voralpinen Gebieten bei. Sie ist eine extensive Produktion, die vor allem durch die Verwertung von Raufutter über z.B. die Pensionshaltung von Freizeitpferden gekennzeichnet ist. Externalitäten ergeben sich vor allem in den Bereichen Landschaftspflege und -gestaltung, Erholung der städtischen Bevölkerung im ländlichen Raum (Tourismus und Freizeitpferdesport) sowie Erhaltung des natürlichen (Vielfalt) und soziokulturellen Erbes (Sozialstrukturen, Bewahrung der Arbeitsmethoden). Die grosse Mehrheit der 100'000 Pferde wird hauptsächlich von jungen Frauen für die Freizeit und die Zucht eingesetzt. Nur eine Minderheit von 10'000 Tieren kommt in Wettkämpfen zum Einsatz. Diese Pferde werden mehrheitlich importiert.

Die gesetzlichen und gesellschaftlichen Anforderungen an das Tierwohl nehmen zu. Die Kompetenzen der Pferdehaltenden haben indessen mit der steigenden Zahl der Pferde und den gewachsenen Erwartungen der Gesellschaft nicht Schritt gehalten.

Die Zukunft der Branche hängt grösstenteils von gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Faktoren ab, die in der Eigenverantwortung der Akteure liegen.

Dieses Umfeld schafft neue Notwendigkeiten. Im Hinblick auf eine erfolgreiche Bewältigung der geänderten Bedingungen nehmen die Bedürfnisse dieser Organisationen und ihrer Akteure in den Bereichen Innovation, Know-how und Infrastruktur, insbesondere bezüglich Weiterbildung, Beratung und Zugang zu den Ergebnissen der angewandten Forschung zu. Das private sowie das öffentlich-rechtliche Leistungsangebot ist auf diesen Gebieten uneinheitlich und lückenhaft. Bei der Anpassung an die neuen Anforderungen an die Pferdehaltung brauchen die Landwirte neutrale Beratung (Tierwohl, Infrastrukturen, Investitionen, Produktionskosten). In all diesen Bereichen ist das subsidiäre Ein-

greifen von Agroscope – Schweizerisches Nationalgestüt auf die Förderung und Unterstützung der verschiedenen Akteure ausgerichtet.

2.2 Ziele

Oberziel: Erarbeiten und Bereitstellung von fundiertem Wissen für die Akteure der Pferdebranche über die Beratungsstelle Pferd (Vollzugsaufgabe Factsheet 57, & STH-Anliegen 2 / 50 / F 147 / F 200 / 384)

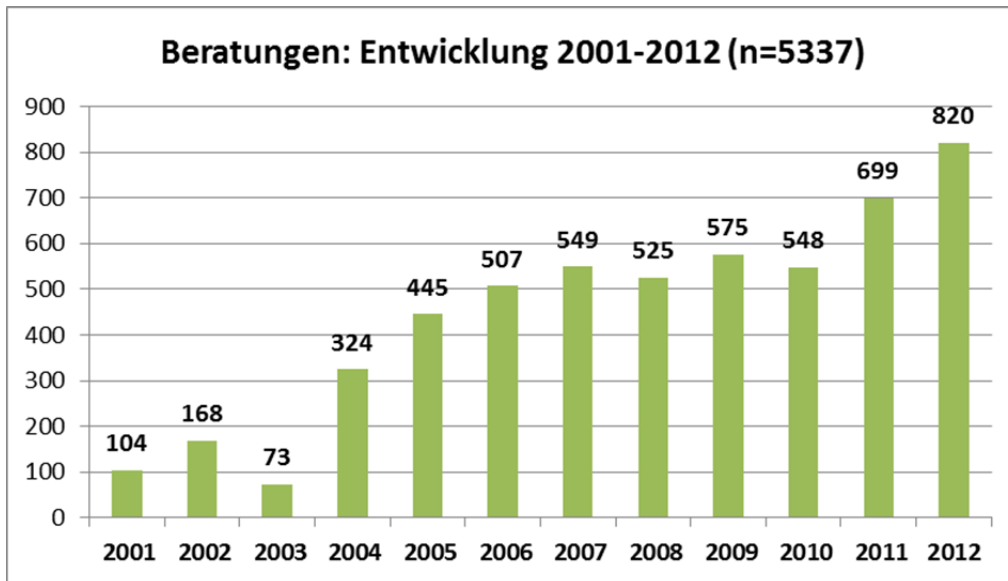


Tabelle1: Entwicklung der Beratungen 2001 -2012

1. Erarbeitung und Bereitstellung von Anwenderwissen für die Basis in Form von Lehrmitteln und Merkblätter, zur Verfügungsstellung derselben an Multiplikatoren (STH-Anliegen 384)
2. Sicherstellen eines hohen Standards in der Berufs-, Fachhochschul- und universitären Bildung in den Bereichen Pferdezucht, -haltung, -Ernährung, Tierwohl und Verhalten mittels eines entsprechenden Ausbildungsangebotes.(STH-Anliegen 384)
3. Zur Verfügungsstellung von Expertenwissen zu den Schwerpunkten 11; ökologische Intensivierung (FG 21.1 Tierernährung), 12; natürliche Ressourcen (FG 43.2 Ökobilanzen), 15 Wettbewerbsfähigkeit (44.1 Sozioökonomie, 44.2 Betriebswirtschaft, 44.3 Arbeit, Bau und Systembewertung)
4. Politikberatung im Bereich Pferd & Raumplanung (BLW-Anliegen 640)

2.3 Literaturangaben

- Agridea, Haras national suisse (2013) Elevage et garde du cheval. Classeur fiches techniques.
- Buess, A; Gantner U.; Lötscher M.; Stöckli A.; Tschumi M. (2011): Das Landwirtschaftliche Wissenssystem der Schweiz. In Agrarforschung Schweiz 2 (11–12): 484–489.
- Eggenschwiler Chr. (2002) Stratégies d'adaptation des exploitations agricoles Suisses dans le cadre de l'évolution de la politique agricole. Thèse, ETH, Zürich.
- Equigarde, Equigarde PLUS, Equigarde Compact (2004ff) Diverse Autoren. Unterrichtsdokumente für die Ausbildung von Pferdehaltern. Schweizerisches Nationalgestüt Avenches.
- European Stud Culture. Contributions to the heritage symposium of the European State Studs Association at Lipica National Stud on October 13th, 2011. ESSA, Marbach, Germany, S.1-70.
- Gandini G.C., Villa E. (2003) Analysis of the cultural value of livestock breeds: a methodology. J. Anim. Breed. Genet., 120, 1–11.

- Jez C., Coudurier B., Cressent M., Méa F., Perrier-Cornet P. Rossier E. (2012). La filière équine française à l'horizon 2030. Rapport du groupe de travail de la prospective équine, Inra-Ifce, 98 p.
- LFR; Arbeitsgruppe Landwirtschaftliches Wissenssystem (2008): Strategische Weiterentwicklung des Landwirtschaftlichen Wissenssystem.
- Lips, M. & Schmid, D. (im Druck). Diversifikation aus ökonomischer Sicht, Entwicklung auf den landwirtschaftlichen Betrieben, Sammelband der dritten Luzerner Agrarrechtstage.
- SBF (2007) Vielfältiges Unternehmertum in der Landwirtschaft. Situationsbericht 2007. SBV, Brugg.
- Schwarz A., Gazzarin C., Von Niederhäusern R. (2013). Wirtschaftlichkeit der Pensionspferdehaltung, eine Analyse dreier Betriebstypen auf Basis von Fallbeispielen, ART-Bericht (im Druck).
- Poncet P.-A., Guillet A., Jallon L., Lüth A., Martin R., Montavon St., Saunier E., Trolliet C.F., Wohlfender K. (2007): Wirtschafts-, gesellschafts- und umweltpolitische Bedeutung des Pferdes in der Schweiz : Bericht der Arbeitsgruppe Pferdebranche, Avenches.
- Poncet P.-A., Boessinger M., Guillet A., Klopfenstein St., König-Bürgi D., Lüth A., Martin R., Montavon St., Obexer-Ruff G., Rieder S., Rubli S., Rüegg P., Trolliet C.F. (2009): Wirtschafts-, gesellschafts- und umweltpolitische Bedeutung des Pferdes in der Schweiz : Was gibt's Neues seit 2007? Bericht des Observatoriums der schweizerischen Pferdebranche, Avenches.
- Poncet Pierre-André, Bachmann Iris, Burger Dominik, Ceppi Anne, Friedli Katharina, Klopfenstein Stéphane, Maiatsky Michail, Rieder Stefan, Rubli Simone, Rüegg Patrick, Trolliet Charles F. (2011) : Überlegungen zu Ethik und Pferd - Denkanstösse aus ethischer Sicht im Hinblick auf einen besseren Schutz der Würde und des Wohlergehens des Pferdes, Bericht des Observatoriums der schweizerischen Pferdebranche, Avenches.
- <http://www.agroscope.admin.ch/haras/04821/04885/index.html?lang=de> (Beratungsstelle Pferd)

2.4 Daten und Methoden

- Erhaltung und Aktualisierung, Aufbereitung, Pflege Wissen/Kompetenzen
- Archivieren Informationen
- Wissenstransfer im In- und Ausland mittels Kurse, Vorträge, Lehrveranstaltungen, Messeauftritte, Publikationen, Beratungen, Expertisen, Webtools

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

Die Umsetzung der Resultate aus den Bereichen Forschung wird durch Kommunikation (Wissenstransfer) auf den Stufen Praxis, Beratung und Lehre gewährleistet. Dies erfolgt durch Präsentationen an Feldtagen oder in der Lehre auf Hochschulniveau (Veranstaltungen in Zusammenarbeit mit der AGFF, HAFL, ETH etc.) sowie Vorträgen und Präsentationen für die Pferdebranche (Zuchtverbände, etc.). Ferner werden praxisorientierte Publikationen (Artikel in Fachpresse, Merkblätter) verfasst, die sich direkt an den Praktiker richten und genutzt werden (z.B. ALP-Aktuell, AGFF- und AGRIDEA-Ordner Elevage et garde du cheval).

3.2 Kunden

- Bildungsinstitute
- Sämtliche Akteure der Pferdebranche
- Pferdehalter, -züchter, -nutzer

- Kantonale und private Berater und Ausbilder
- Kantonale und nationale Amtsstellen, Gerichte
- Politische Instanzen
- Versicherungen und Firmen
- Medien

3.3 Nutzen

Verbesserung des Fachwissens der Branchenakteure mit dem Ziel der Steigerung der Rentabilität der Pferdehaltung, des Tierwohls sowie die Nutzung extensiver landwirtschaftlicher Nutzflächen (auch in Randregionen) erweitern die Palette der positiven Aspekte.

Neutrale, unabhängige Auskünfte und Beratungen sowie Expertisen unterstützen die Pferdebranche, kantonale und nationale Amtsstellen, politische Instanzen sowie Gerichte in ihrer Entscheidungsfindung.

3.4 Impact

Hohe Kundenzufriedenheit und Expertise von SNG –Mitarbeitenden wird national und international nachgefragt. Die Zunahme an Know-how bei den Stakeholdern führt zu einer Steigerung der Vitalität und Attraktivität ländlicher Räume mittels Diversifizierung der Angebotspalette durch die Pferdehaltung in Landwirtschaftsbetrieben. Offenhaltung extensiv genutzter Grünflächen durch Equiden auch in Randregionen.

Dem Pferd kommt die Rolle des „Brückenbauers“ zwischen der Stadt- und Landbevölkerung zu.



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.22.2.1

Abeille saine pour une pollinisation efficace

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Krankheits- und Schädlingsbekämpfung bei der Honigbiene zum Schutz der Bestäubungssicherheit in der Schweiz
Titel Originalsprache kurz	Gesunde Bienen und Bestäubungssicherheit
Titel englisch	Control of honey bee diseases and pests to secure an efficient pollination on the Swiss territory
Titel english short	Healthy honey bee for an efficient pollination
Titel français	Lutte contre les maladies et ravageurs de l'abeille mellifère pour garantir une pollinisation efficace sur l'ensemble du territoire Suisse
Titel français court	Abeille saine pour une pollinisation efficace
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Jean-Daniel Charrière
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Vincent Dietemann
Keywords	Honeybee, Apis mellifera, pathology, Varroa, European foulbrood, Melissococcus plutonius, Phacelia, breeding
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema(en)*	11.4

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 2 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Depuis près de 10 ans l'apiculture suisse et européenne de manière générale est soumise à différentes menaces qui rendent l'activité apicole très précaire ce qui a pour répercussion que de nombreux apiculteurs se retirent de cette activité. Afin de garder un cheptel apicole suffisant et réparti sur l'ensemble du territoire suisse et garantir ainsi une pollinisation suffisante pour les cultures et les plantes sauvages entomophiles, il est impératif de pouvoir traiter les questions suivantes :

- Le parasite *Varroa destructor* : la lutte soit être simplifiée et améliorée. On observe que de nombreux apiculteurs, sont dépassés par la lutte alternative actuelle. Pour une raison pour l'instant pas encore établie, les colonies d'abeilles ne supportent plus autant de parasites que par le passé et la marge de sécurité de ces méthodes de lutte diminue depuis quelques années. L'industrie est peu

intéressée à développer des produits de lutte car le marché apicole est très restreint. Les institutions publiques sont donc appelées à être actives dans le développement de nouvelles techniques de lutte. La recherche actuellement en cours dans ce domaine doit être poursuivie, voir intensifiée.

- Même si on enregistre une diminution des cas de loque européenne en Suisse ces deux dernières années, cette maladie reste dans certaines régions un problème récurrent. Une meilleure connaissance de la biologie et 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 est également une voie à suivre.
- La recherche sur les endosymbiontes bénéfiques naturellement présents chez la larve d'abeille pourrait ouvrir une nouvelle voie pour lutter contre les maladies du couvain.
- La sélection de l'abeille mellifère peut être améliorée et mieux tenir compte des avancées technologiques. Des critères de sélection pertinents pour la résistance aux maladies doivent être trouvés. Des techniques génétiques peuvent être un outil de choix dans ce but et dans celui de conservation des races d'abeilles (biodiversité).
- Certaines pratiques agricoles doivent être évaluées aussi sous l'aspect de leur impact sur la faune pollinisatrice, l'abeille mellifère spécialement. Il s'agit de repérer d'éventuels effets négatifs et de favoriser les pratiques bénéfiques pour les abeilles.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

L'apiculture européenne et nord-américaine doit faire face à des problèmes de mortalités de colonies importants depuis près de 10 ans. Dans le cas de la Suisse, les mortalités se produisent principalement durant la période hivernale avec des pertes pouvant atteindre 25 % du cheptel. Les travaux réalisés jusqu'à aujourd'hui par les groupes de recherche n'ont pas identifié une cause unique mais il ressort des travaux réalisés que le parasite *Varroa destructor* joue un rôle central dans l'affaiblissement des colonies. *Varroa* est en outre aussi un vecteur de virus qui sont soupçonnés d'être plus virulents depuis quelques années et susceptibles de raccourcir la durée de vie des abeilles. Les méthodes de lutte actuelles démontrent une efficacité variable selon les conditions climatiques et la lutte intégrée à appliquer est relativement complexe pour une corporation (apiculteur) non professionnelle. Une amélioration et une simplification des méthodes de lutte est nécessaire et de nouvelles pistes doivent être prospectées pour juguler le problème de *Varroa* à long terme. Les nouvelles pistes suivies sont les champignons entomo-pathogènes, les hormones et phéromones de même que la sélection d'abeilles tolérantes à son parasite. Pour ce dernier point, une meilleure connaissance des mécanismes naturels de résistances chez l'abeille asiatique et africaine serait d'une grande aide. Depuis le tournant du siècle, l'apiculture suisse est aussi confrontée à la recrudescence des cas de **loque européenne**, une maladie bactérienne du couvain de l'abeille mellifère. L'Angleterre et la Norvège sont également dans la même situation et sans que l'on ait trouvé d'explication à ce phénomène. Les connaissances de la biologie de cette bactérie sont très lacunaires. Les travaux que nous avons réalisés jusqu'à ce jour ont montré qu'il existe des différences importantes de virulences entre les souches de germes pathogènes. La question se pose s'il existe des souches d'abeille qui présenteraient des différences de sensibilités ou de résistances à la bactérie. S'il devait y avoir une composante génétique à la résistance à la loque européenne, cela ouvrirait la possibilité à une sélection de l'abeille en fonction de ce critère.

Depuis 2004, le **frelon asiatique** *Vespa velutina* est présent en Europe (actuellement FR ; ES ; PO) et Dijon est la région la plus proche de la Suisse où il a été trouvé. Sa venue en Suisse n'est qu'une question de temps et il est hautement improbable que les conditions climatiques suisses empêchent sa propagation. Les informations actuellement à disposition confirment que ce frelon est un prédateur

redoutable de l'abeille mellifère. La venue de cette espèce invasive doit être anticipée afin de disposer à temps de moyen de diagnostic et de lutte.

La santé de l'abeille peut être favorisée d'une part en éliminant ses agents pathogènes et ses ravageurs et d'autre part en améliorant ses capacités naturelles à lutter. Ce dernier point peut être réalisé au niveau génétique en sélectionnant une abeille adaptée à son environnement et naturellement résistante ou en colonisant l'abeille (principalement son tube digestif) d'**endosymbiontes bénéfiques**. Les bactéries présentes dans le tube digestif de l'abeille adulte sont en partie connues mais les données sont manquantes en ce qui concerne les stades pré-imaginaux alors que c'est spécialement ce stade qui est sensible à plusieurs épizooties.

Les nouvelles techniques de **sélection** génétique pourraient ouvrir de nouvelles perspectives de sélection chez l'abeille mellifère, que ce soit au niveau des capacités de production, de pureté de race, de douceur et pourquoi pas de résistance aux maladies. En attendant une percée dans ce domaine, la sélection classique est toujours d'actualité et les associations d'élevages ont besoin d'un soutien scientifique et technique. A l'heure actuelle, les techniques de conservations de sperme de fauxbourdons ne sont pas concluantes ce qui empêche une conservation efficace de la biodiversité de l'abeille.

L'utilisation de culture de **Phacelia** en engrais vert en arrière automne est une pratique agricole nouvelle qui se reprend depuis 10 ans. L'impact de ces floraisons très tardives sur le développement et l'hivernage des colonies n'est pas connu.

2.2 Ziele

1. Nachhaltige Bekämpfung von Bienenkrankheiten und Bienenschädlingen zur Erhaltung einer funktionierenden Imkerei und zur Produktion von rückstandsfreien Bienenprodukten
2. Nachhaltige, praxistaugliche Milben – Bekämpfung (*Varroa destructor*) mit hoher Akzeptanz. Vereinfachte Methoden zur wirksamen Varroabekämpfung entwickelt, mit Industrie umgesetzt und getestet
3. Les mécanismes naturels de résistances de l'abeille asiatique et africaine sont connus
4. Les mécanismes de régulation de la durée de vie de l'abeille mellifère sont mieux connus, notamment l'influence des virus et la réponse du système immunitaire.
5. Die Praxis und das BLW sind in Zuchtfragen wissenschaftlich unterstützt mittels: nationaler, rasenunabhängiger Koordination und internationaler Vernetzung einer anerkannten, effektiven Toleranz- und Leistungszucht sowie der Gewährung der Sicherheit der CH-Belegstellen
6. Einfluss von neuen Kulturen auf Bienen ist bekannt (z. B. Phacelia als Gründüngung)

2.3 Literaturangaben

- CHARRIÈRE, J D; DIETEMANN, V; SCHÄFER, M; DAINAT, B; NEUMANN, P; GALLMANN, P (2011) *Leitfaden Bienengesundheit des Zentrums für Bienenforschung*. Bern, 35 pp
- CUTLER, G C; SCOTT-DUPREE, C D (2007) Exposure to clothianidin seed-treated canola has no long-term impact on honey bees. *Journal of Economic Entomology*, 100 (3): 765-772.
- DIETEMANN, V; PFLUGFELDER, J; ANDERSON, D; CHARRIÈRE, J D; CHEJANOVSKY, N; DAINAT, B; DE MIRANDA, J; DELAPLANE, K; DILLIER, F X; FUCHS, S; GALLMANN, P; GAUTHIER, L; IMDORF, A; KOENIGER, N; KRALJ, J; MEIKLE, W; PETTIS, J; ROSENKRANZ, P; SAMMATARO, D; SMITH, D; YANEZ, O; NEUMANN, P (2012) *Varroa destructor: research avenues towards sustainable control*. *Journal of Apicultural Research*, 51 (1): 125-132.
- DIETEMANN, V.; NEUMANN, P.; ELLIS, J., COLOSS Beebook, Volume I: Standard methods for *Apis mellifera* research ; Volume II: Standard methods for *Apis mellifera* pest and pathogen research (2013), Edition IBRA
- FRANCIS, R M; NIELSEN, S L; KRYGER, P (2013) *Varroa-Virus Interaction in Collapsing Honey Bee Colonies*. *Plos One*, 8 (3): <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0057540>
- GRANGIER, V (2011) *Early detection of European foulbrood using real-time PCR.*, Department of clinical research and veterinary public health, Vetsuisse faculty, University of Bern, Bern, CH. 36 pp

- GUPTA, P; CONRAD, T; SPOETTER, A; REINSCH, N; BIENEFELD, K (2012) Simulating a base population in honey bee for molecular genetic studies. *Genetics Selection Evolution*, 44 <http://dx.doi.org/10.1186/1297-9686-44-14>
- HAYNES, E; HELGASON, T; YOUNG, J P W; THWAITES, R; BUDGE, G E (2013) A typing scheme for the honeybee pathogen *Melissococcus plutonius* allows detection of disease transmission events and a study of the distribution of variants. *Environmental Microbiology Reports*, 1-5.
- MEIKLE, W G; SAMMATARO, D; NEUMANN, P; PFLUGFELDER, J (2012) Challenges for developing pathogen-based biopesticides against *Varroa destructor* (Mesostigmata: Varroidae). *Apidologie*, 43 (5): 501-514. <http://dx.doi.org/10.1007/s13592-012-0118-0>
- NAZZI, F; BROWN, S P; ANNOSCIA, D; DEL PICCOLO, F; DI PRISCO, G; VARRICCHIO, P; DELLA VEDOVA, G; CATTONARO, F; CAPRIO, E; PENNACCHIO, F (2012) Synergistic Parasite-Pathogen Interactions Mediated by Host Immunity Can Drive the Collapse of Honeybee Colonies. *Plos Pathogens*, 8 (6): <http://dx.doi.org/10.1371/journal.ppat.1002735>
- PÉRÉ, C; KENIS, M (2010) Le frelon asiatique (*Vespa velutina*): état des connaissances et évaluation du risque pour la Suisse. CABI Ref: VM10097 : 1-16.
- SPOETTER, A; GUPTA, P; NUERNBERG, G; REINSCH, N; BIENEFELD, K (2012) Development of a 44K SNP assay focussing on the analysis of a varroa-specific defence behaviour in honey bees (*Apis mellifera carnica*). *Molecular Ecology Resources*, 12 (2): 323-332. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1755-0998.2011.03106.x>
- VAN DER ZEE, R; PISA, L; ANDONOV, S; BRODSCHNEIDER, R; CHARRIERE, J D; CHLEBO, R; COFFEY, M F; CRAILSHEIM, K; DAHLE, B; GAJDA, A; GRAY, A; DRAZIC, M M; HIGES, M; KAUKO, L; KENCE, A; KENCE, M; KEZIC, N; KIPRIJANOVSKA, H; KRALJ, J; KRISTIANSEN, P; HERNANDEZ, R M; MUTINELLI, F; NGUYEN, B K; OTTEN, C; OZKIRIM, A; PERNAL, S F; PETERSON, M; RAMSAY, G; SANTRAC, V; SOROKER, V; TOPOLSKA, G; UZUNOV, A; VEJSNAES, F; WEI, S; WILKINS, S (2012) Managed honey bee colony losses in Canada, China, Europe, Israel and Turkey, for the winters of 2008-9 and 2009-10. *Journal of Apicultural Research*, 51 (1): 91-114. <http://dx.doi.org/10.3896/IBRA.1.51.1.12>
- VASQUEZ, A; FORSGREN, E; FRIES, I; PAXTON, R J; FLABERG, E; SZEKELY, L; LOFSSON, T C (2012) Symbionts as Major Modulators of Insect Health: Lactic Acid Bacteria and Honeybees. *Plos One*, 7 (3): <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0033188>
- WILLIAMS, I H; CHRISTIAN, D G (1991) Observations on *Phacelia Tanacetifolia* Bentham (Hydrophyllaceae) as a food plant for honey bees and bumble bees. *Journal of Apicultural Research*, 30 (1): 3-12.

2.4 Daten und Methoden

Elevage in vitro de larves d'abeilles (méthode maîtrisé au CRA)

Insémination artificielle (méthode maîtrisé au CRA)

Test biologique de laboratoire pour les champignons entomo-pathogènes (méthode maîtrisé au CRA)

Analyse de composés volatiles agissant comme phéromone, éventuellement couplé à de l'électrophysiologie (méthode maîtrisé à l'Uni Neuchâtel)

Génotypage / séquençage (Collaboration avec Göttingen, Uni Bern, Agroscope FG 22.1 ; Kompetenzzentrum Tierzucht)

Cryogénéisation du sperme (Collaboration avec HARAS)

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

Projekte	Berichterstattung
Varroa	Rapport interne destiné à la fondation Montagu, pu-

	publications scientifiques, conférence, cours
Loque européenne	Thèse de doctorat, publications scientifiques et vulgarisées, conférence, cours
<i>Vespa velutina</i>	Recommandations conjointes avec l'OFEV destinées aux offices cantonaux de l'environnement.
Endosymbiontes	publications scientifiques
Sélection	publications scientifiques, cours
Phacelia	Rapport final pour l'OFAG et INTERREG et publications scientifiques
Pertes de colonies	Rapport annuel sur les pertes de colonies pour la presse apicole, publications scientifiques

3.2 Kunden

Les principaux bénéficiaires de nos activités sont les apiculteurs, les associations apicoles (Apisuisse, SSA, VDRB ; SAR ; STA), la commission d'élevage d'Apisuisse, les services cantonaux de la protection de la faune, les services vétérinaires fédéraux et cantonaux.

3.3 Nutzen

Les travaux réalisés dans ce champ d'activité serviront principalement les apiculteurs en leur donnant plus de moyens pour lutter efficacement contre les menaces touchant actuellement l'apiculture. Les méthodes de lutte actuelles contre le Varroa et la loque européenne devrait pouvoir être simplifiées et de nouvelles pistes de lutte développées. Ceci doit réduire à terme les pertes hivernales de colonies ainsi que la destruction importantes de colonies souffrant de loque.

Les association apicoles, principalement par le biais du Service sanitaire apicole, utiliseront les résultats de nos recherches pour leurs travaux de vulgarisation.

Les stratégie de lutte contre les épizooties définies par l'OVF et mises en applications par les services vétérinaires cantonaux seront aussi influencées par les nouvelles connaissances découlant de nos travaux.

Les services cantonaux de la faune et de l'environnement seront probablement appelés à agir lorsque *Vespa velutina* fera son apparition en Suisse. L'OFEV, avec notre collaboration, devra leur fournir les informations utiles pour organiser le repérage de nouveaux foyers et la lutte. Les apiculteurs devront être aussi associés et informés.

Les groupements d'éleveurs seront conseillés dans leur pratique et encadrés dans leurs travaux pour tenir compte des avancées techniques dans le domaine. La sélection d'abeilles en Suisse est plus sûre et plus efficace et se concentre sur des critères de résistances naturelles aux maladies, de biodiversité et de productivité.

Les services de conseil agricole (cantonaux, AGRIDEA) disposeront d'informations sur les répercussions des engrais verts à floraison tardives sur les colonies d'abeilles.

Les milieux politiques et le grands public seront annuellement informés sur les pertes effectives de colonies d'abeilles et des comparaisons internationales seront possibles.

3.4 Impact

- Diminution des pertes de colonies dues à des ravageurs ou à des pratiques agricoles
- Réduction des cas de loques européennes en Suisse et donc une réduction du nombre de colonies à éliminer.
- Une meilleure connaissance des endosymbiontes bénéfiques permettrait de lutter plus efficacement contre certaines maladies.

- Les travaux de sélection de l'abeille sont optimisés et adaptés aux nouvelles connaissances et nouvelles techniques en la matière. Dispose d'un outil permettant la conservation des différentes races présentes en Suisse. Faciliter la conservation des races par la congélation du sperme.
- L'impact des pratiques agricoles sur l'abeille sont mieux connus et des précautions peuvent être prises.

Ces points ont pour buts de conserver l'attractivité de l'activité apicole et de garantir une présence en suffisance de l'abeille mellifère sur l'ensemble du territoire suisse.



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.22.2.2

Produits de la ruches, risques des pesticides, labo de référence

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Qualität Bienenprodukte, Risiken von Pflanzenschutzmitteln auf die Bienen und nationales Referenzlabor Bienenseuchen
Titel Originalsprache kurz	Bienenprodukte, Risiken von Pflanzenschutzmitteln, Referenzlabor
Titel englisch	Quality of bee products, impact of pesticides on bees and activity as reference laboratory
Titel english short	Bee products, risk of pesticides, reference laboratory
Titel français	Qualité des produits de la ruche, impacts des pesticides sur l'abeille et activité de laboratoire de référence pour les épizooties de l'abeille
Titel français court	Produits de la ruches, risques des pesticides, labo de référence
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Jean-Daniel Charrière
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Christina Kast
Keywords	Bee product, honey, pollen, wax, pesticides, risk assessment, bee pathology, Epizootic disease
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema(en)*	16.3

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 2 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Die Tätigkeiten im Bereich Bienenprodukte dienen dazu die Praxis in verschiedenen Fragestellungen zu Bienenprodukten wie Honig, Wachs, Pollen, Gelee Royale sowie auch Propolis zu unterstützen. Die Qualität der Bienenprodukte soll erhalten oder wo möglich gesteigert werden mit dem Ziel dem Konsumenten hochwertige Produkte anzubieten. Dazu dienen verschiedene Forschungsprojekte im Bereich Honigqualität oder technologische Fragestellungen und wie auch die Entwicklung von Methoden zur Untersuchung von Honigauthentizität sowie von nationalen Screening- und Monitoringprogrammen für Honig und Wachs. Certaines plantes peuvent naturellement aussi représenter un risque pour la qualité des produits de la ruche, notamment celles présentant de hautes teneurs en alcaloïdes

pyrolisidiques dans leur nectar et leur pollen. Il est donc important de mieux connaître ces plantes afin de pouvoir éviter la contamination des produits de la ruche.

Dans le cadre de la procédure d'homologation des produits phytosanitaires, l'évaluation du risque pour l'abeille mellifère est déléguée par l'Office de l'Agriculture au centre de recherches apicoles (CRA). En plus de cette tâche, une phase de réévaluation d'anciens produits est également en cours depuis 2012.

Depuis quelques années, des produits phytosanitaires avec de nouveaux modes d'action ont été mis sur le marché ce qui a pour conséquence qu'il existe de nouveaux modes d'exposition des abeilles dont il faut tenir compte. Il existe également de nouvelles connaissances scientifiques démontrant l'action de certaines préparations sur l'abeille à des doses sublétales. Une adaptation des méthodes d'évaluation du risques pour les abeilles est donc nécessaire et va être entreprise au niveau européen (EU et OCDE). Les institutions publiques sont appelées à participer à ces travaux de développement de méthodes ainsi qu'à leur validation.

L'activité de laboratoire de référence a été reprise au début au printemps 2013 avec un cahier des charges minimaliste. Des tractations doivent être entreprises avec l'OVF afin que cette situation évolue vers une solution plus stable et plus professionnelle.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Tätigkeitsfeld: Bienenprodukte

Für viele CH Hobby - Imker ist die Produktion und der Verkauf von Bienenprodukten eine wichtige Motivation um die Imkerei zu betreiben. Gleichzeitig leisten die Imker dadurch einen wichtigen Beitrag an die Bestäubung. Für die Bestäubungssicherung, für Erhaltung der Biodiversität und die Ernährungssicherung ist die Imkerei von grosser Bedeutung. Das Tätigkeitsfeld „Bienenprodukte“ umfasst Fragestellungen aus der Praxis betreffend Qualität von Bienenprodukte wie Honig, Bienenpollen sowie Wachs und auch Wissenstransfer an die Branche und Imker. Die Produktqualität der Schweizer Bienenprodukte soll gehalten oder verbessert, damit der Imker dem Konsumenten hochwertige Produkte anbieten kann. Die Qualität Reinheit, Naturbelassenheit dieser Produkte stellt hohe Ansprüche an Produktion, Gewinnung und Verarbeitung. Die botanische und geographische Authentizität sind wegen Fälschungen aber auch möglichen Gehalten an giftigen Bestandteilen von grosser Bedeutung.

Risque des pesticides pour l'abeille

Dans le cadre de la procédure d'homologation des **produits phytosanitaires** (tâche d'exécution), l'évaluation du risque pour l'abeille mellifère est déléguée par l'Office de l'Agriculture au centre de recherches apicoles (CRA). Depuis 2012, une phase de réévaluation d'anciens produits est également en cours.

Les procédures d'homologation des préparations phytosanitaires sont en cours de modification au niveau européen afin de tenir compte des nouveaux modes d'action de certains pesticides (action systémique) et de nouvelles connaissances concernant les effets chroniques et sublétaux. De nouvelles méthodes doivent être développées et validés. La participation des instances publiques à ces travaux de développement est souhaitée. Ce thème de même que le suivi des cas d'intoxications d'abeilles suite à l'utilisation de PTP a fait l'objet d'une demande de la part de l'OFAG (BLW-Anliegen N° 442). Les milieux apicoles, par manque d'information, ont de la peine à faire confiance dans le système d'homologation et souhaiteraient être mieux informés (STH-Anliegen 19 ; 167).

Laboratoire de référence

Agroscope a repris la fonction de laboratoire de référence pour les maladies de l'abeille au printemps 2013. La tâche consiste à confirmer les diagnostic incertains des 3 labos d'analyse de routine et

d'être un interlocuteur et un conseiller pour les autorités vétérinaires nationales et cantonales. La reprise de la fonction de laboratoire de référence par Agroscope doit être rediscuter courant 2013. La dotation actuelle est faible et seules les tâches urgentes et absolument nécessaires peuvent être envisagées. Cette situation doit changer afin que Agroscope puisse remplir sa tâche de labo de référence de manière professionnelle le plus rapidement possible.

2.2 Ziele

Tätigkeitsfeld: Bienenprodukte

1. Durchführung von Forschungsprojekten zur **Förderung der Qualität der Bienenprodukte**
2. **Entwicklung von neuen Methoden** zu Honigauthentizität sowie Durchführung von **nationalen Monitoringprogrammen** für Wachs und Honig (*berücksichtigt Stakeholderanliegen 118: Rückstände im Honig/Wachs; Stakeholderanliegen 324: Honigqualität*)
3. Gesundheitsaspekt CH Sortenhonige: klinische Studie: Akazienhonig als Zuckerersatz (*berücksichtigt Stakeholderanliegen 322; positive Gesundheitsaspekte von Honig*)
4. Unterstützung der Praxis in technologischen Fragestellungen
5. wissenschaftliche Koordination verschiedener **Netzwerke**: Honignetzwerk Schweiz, Honigkommission apisuisse, Verlinkung zu International Honey Commission,
6. Wir entwickeln für internationale, nationale und kantonale Behörden wissenschaftlich fundierte Grundlagen für die **Gesetzgebung** und den **Vollzug**
7. Wissenstransfer an Branche in Schulungen für Apisuisse, VDRB, SAR und STA in den Bereichen Betriebskontrolle, Honigqualität, Sensorik

Risque des pesticides pour l'abeille

1. Faire des évaluation de risque de manière fiable et dans les temps impartis
2. Suivre l'évolution des nouvelles méthodes d'évaluation des risques des PTP pour l'abeille et éventuellement participer au développement et à la validation de ces méthodes. Resserrer les liens avec les instances européennes (EFSA) en participant aux colloques et workshops afin de pouvoir influencer les démarches et les décisions et obtenir des informations de premières mains.
3. Informer les milieux apicoles sur les procédures d'homologation des pesticides afin d'augmenter la confiance dans le système d'homologation.
4. Conjointement avec le service sanitaire apicole, éclaircir les causes des cas de suspicion d'intoxications d'abeille et en informer l'OFAG en fin de saison

Laboratoire de référence

1. Être un partenaire fiable pour les labo de routine et pour les autorités vétérinaire
2. Adapter les méthodes en fonction en tenant compte des avancées dans les techniques de diagnostic reconnues au niveau européen

2.3 Literaturangaben

Tätigkeitsfeld: Bienenprodukte

Pyrrrolizidin Alkaloide in Honig und Pollen

Bundesinstitut für Risikobewertung. Stellungnahme Nr. 038/2011 des BfR vom 11. August 2011. (<http://www.bfr.bund.de>)

DUEBECKE, A; BECKH, G; LUELLMANN, C (2011) Pyrrolizidine alkaloids in honey and bee pollen. *Food Additives and Contaminants: Part A: Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment*, 28(3): 348-358. <http://dx.doi.org/10.1080/19440049.2010.541594>

EDGAR, J A; COLEGATE, S M; BOPPRE, M; MOLYNEUX, R J (2011) Pyrrolizidine alkaloids in food: a spectrum of potential health consequences. *Food Additives and Contaminants: Part A: Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment*, 28(3): 308-324. <http://dx.doi.org/10.1080/19440049.2010.547520>

EFSA, European Food Safety Authority (2011) Scientific opinion on pyrrolizidine alkaloids in food and feed. *The EFSA Journal*, 9(11): 2406: 1-134.

KAST, C.; MUEHLEMANN, M.; DUEBECKE, A.; BECKH, G.; LUELLMANN, C. (2010) Pyrrolizidin-

Alkaloide in der Natur und ihre Bedeutung für Lebensmittel. *Schweiz. Bienenztg.* 133, 14-16.
 KAST, C.; DUEBECKE, A.; KILCHENMANN, V.; BIERI, K.; BOEHLEN, M.; ZOLLER, O.; BECKH, G.;
 LUELLMANN, C. (2013) Analysis of Swiss Honeys for Pyrrolizidine Alkaloids, submitted
 KEMPF, M., REINHARD, A., BEUERLE, T. (2010) Pyrrolizidin alkaloids (PAs) in honey and pollen-
 legal regulation of PA levels in food and animal feed required *Mol. Nutr. Food Res.* 54. 158.

Labelprogramm apisuisse

SIMONET, L.; KAST, C.; LINIGER, A.; BADERTSCHER, R.; GALLMANN, P. (2011) Qualität von Siegelhonig - Untersuchungen 2010. *Schweiz. Bienenztg.* 134, 14-15.

KAST, C.; SIMONET, L.; NEUHAUS, P.; BADERTSCHER, R.; GALLMANN, P. (2012) Qualität von Siegelhonig - Untersuchungen 2011. *Schweiz. Bienenztg.* 135, 14-15.

Monitoring Bienenwachs

BOGDANOV, S.; KILCHENMANN, V. (1995) Acaricide residues in beeswax: long-term studies in Swizeland *Apidologie* 26, 320-321.

BOGDANOV, S.; KILCHENMANN, V.; IMDORF, A. (1998) Acaricide residues in some bee products. *J. Apic. Res.* 37, 57-67.

Gesundheitsaspekt CH Sortenhonige

WALTHER, B.; KAST, C. (2011) Honig und Blutzuckerspiegel. *Schweiz. Bienenztg.* 134, 24-27.

ARRIGONI, E., KAST, C., WALTHER, B. (2013) Dietary Sugars and Health - Chapter 9: Natural sources: fruits, honey, book-chapter in Dietary Sugars and Health, submitted

Evaluation du risque des pesticides pour l'abeille :

EFSA, Guidance on the risk assessment of plant protection products on bees (*Apis mellifera*, *Bombus* spp. and solitary bees), EFSA Journal 2013;11(7):3295 [266 pp.]. doi:10.2903/j.efsa.2013.3295

<http://www.efsa.europa.eu/fr/efsajournal/doc/3295.pdf>

AUPINEL, P.; FORTINI, D.; MICHAUD, B.; MEDRZYCKI, P.; PADOVANI, E.; PRZYGODA, D.; MAUS, C.; CHARRIÈRE, J D; KILCHENMANN, V.; RIESSBERGER-GALLE, U; VOLLMANN, J J; JEKER, L; JANKE, M; ODOUX, J F; TASEI, J N (2009) Honey bee brood ring-test: method for testing pesticide toxicity on honeybee brood in laboratory conditions, In Oomen, P A; Thompson, H (eds) International Commission for plant-bee relationships. Bee protection group. 10th International Symposium hazards of pesticides to bees, Bucharest, Romania, Julius-Kühn-Archiv 423, 2009, Arno Brynda GmbH, Quedlinburg, Berlin, D, pp 96-102.

2.4 Daten und Methoden

Projekte	Methoden
Pyrrolizidin Alkaloide im Honig/Pollen	LC-MS/MS, Pollenanalysen, Dünnschichtchromatographie
Sensorik/OLMA-Wettbewerb	Sensorik
Labelprogramm apisuisse	Verschiedene chemisch, analytische Methoden
Nachweis für Backhefen im Honig und Untersuchung des Kontaminationswegs über Zuckerrütterung	Mikroskopie, quantitative PCR
Monitoring Bienenwachs Methodenentwicklung	GC-MS/MS
Verpackung Frischpollen unter Stickstoff	Mikrobiologische Methoden
Gesundheitsaspekt CH Sortenhonige	Klinische Studie
Evaluation du risque des pesticides pour l'abeille	<i>In vitro</i> larval test, test en labo et dans le terrain
Laboratoire de référence	Culture sur milieux, PCR

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

Projekte	Berichterstattung
Pyrrrolizidin Alakloide im Honig/Pollen	Dissertation, wiss. Publikation
Sensorik/OLMA-Wettbewerb	Durchführung OLMA Prämierung
Qualitätsprogramm apisuisse	Jährlicher Bericht in Bienenzeitung, Präsentation der Daten in der Honigkommission zur Entscheidungsfindung des Analysenprogramms des Qualitätsprogramms
Monitoring Bienenwachs Methodenentwicklung	Bericht an jeden Wachsproduzenten, nach Methodenentwicklungen ev. wiss. Publikation
Verpackung Frischpollen unter Stickstoff	Antrag an BAG zur Marktzulassung
Gesundheitsaspekt CH Sortenhonige	Voraussichtlich wiss. Publikation
Networking/Wissenstransfer	Protokoll Honignetz, Honigkommission, Präsentation von Resultaten an internationalen Tagungen
Schulungen	Vorträge, Sensorikworkshops
Evaluation/réévaluation du risque des PTP	Délivre des évaluation tout au long de l'année selon l'agenda fixé par l'OFAG (Agenda GIAPP3) Articles pour la presse apicole
Cas d'intoxication	Résumé annuel des cas pour l'OFAG
Labo de référence maladies de l'abeille	Rapport annuel pour le BVET

3.2 Kunden

Projekte	Kunden
Pyrrrolizidin Alakloide im Honig/Pollen	
Sensorik/OLMA-Wettbewerb	Apisuisse, Branche, Betriebsprüfer, Imker
Qualitätsprogramm apisuisse	Apisuisse, Branche, Betriebsprüfer, Imker
Backhefen im Honig, Gärhefen im Honig	
Monitoring Bienenwachs Methodenentwicklung	Schweizer Wachsproduzenten, Imker
Verpackung Frischpollen unter Stickstoff	Pollenimkervereinigung
Gesundheitsaspekt CH Sortenhonige	
Networking/Wissenstransfer	Branche, Aemter und Vollzug
Schulungen	Branche, Imker
Evaluation du risque des PTP	BLW
Réévaluation ciblée d'ancien produits PTP	BLW
Cas d'intoxication	BLW
Labo de référence maladies de l'abeille	BVET ; Laboratoires de routine, Service vétérinaire cantonaux

Die allgemeinen Projekte zur Qualitätssicherung von Bienenprodukten sind keiner spezifischen Kundengruppe zugeordnet; Kundengruppe ganz allgemein sind Verbände und Schweizer Imker, da diese Projekte die wissenschaftliche Grundlage für die Entscheidungsfindung sowie als Lösungsansätze dienen.

3.3 Nutzen

Tätigkeitsfeld: Bienenprodukte

Projekte	Nutzen
Pyrrolizidin Alakloide im Honig/Pollen	Erarbeitung von Grundlagenwissen zur Anwendung in der Praxis, damit eine Kontamination von Pyrrolizidin Alkaloiden in Bienenprodukten möglichst vermieden werden kann. z.B. welche Pflanzen sollen um das Bienenhaus entfernt werden oder zu welchem Zeitpunkt soll kein Pollen geerntet werden.
Sensorik/OLMA-Wettbewerb	Unterstützung der Branche, Qualitätssteigerung des CH Bienenhonigs
Qualitätsprogramm apisuisse	Monitoring der Rückstände im CH Bienenhonig. Unterstützung der Branche, Qualitätssteigerung des CH Bienenhonigs.
Nachweis für Backhefen im Honig und Untersuchung des Kontaminationswegs über Zuckerfütterung; Gärhefen im Honig	Erarbeitung von Grundlagenwissen zur Anwendung in der Praxis zur guten imkerlichen Praxis und zur Qualitätssteigerung des CH Bienenhonigs
Monitoring Bienenwachs Methodenentwicklung	Das Monitoring Programm ermöglicht eine Kontrolle des Bienenwachses und Rückschlüsse auf die in der Schweiz angewandten Varroa-Bekämpfungsmittel. Hohe Wachsrückstände können die Honigqualität beeinflussen und sich negativ auf die Bienenlarven auswirken. Entwicklung neuer Analyse-Methoden um die Beurteilung der Rückstandssituation im CH Bienenwachs zu verbessern. Dies dient auch der Beurteilung möglicher Rückstände durch neue Bekämpfungsmethoden aus den Projekten Bienenhaltung und Pathologie
Verpackung Frischpollen unter Stickstoff	Ermöglicht Antrag an das BAG für die Vermarktung von Frischpollen
Gesundheitsaspekt CH Sortenhonige	Stakeholder-Anliegen 322; Erarbeitung von Grundlagenwissen zur Anwendung von Honig in der Apitherapie
Networking/Wissenstransfer	Wissensaustausch zwischen Agroscope, Branche, Ämter und Vollzug
Schulungen	Wissenstransfer an Brache, Imker
Evaluation/réévaluation du risque des PTP	Une meilleure évaluation ou un réexamen des risques des pesticides pour les abeilles diminue les risques de pertes d'abeilles. La participation d'organisation public au développement et à la validation des méthodes d'évaluation du risque des pesticides pour les abeilles augmente la confiance des citoyens dans le système d'évaluation des PTP.
Cas d'intoxication	L'éclaircissement des cas d'intoxications permet un « follow up » des homologations et permet, le cas échéant, de modifier les autorisations afin de mieux protéger les abeilles.
Labo de référence maladies de l'abeille	Un laboratoire de référence des maladies des abeilles bien doté et actifs est un partenaire essentiel pour garantir un bon état sanitaire du cheptel apicole

	suisse, en outre en améliorant la fiabilité des labo de diagnostic de routine et en testant de nouvelles techniques d'analyse. Des enquêtes épidémiologiques pourrait aussi aider à mieux cibler les faiblesses du système sanitaire apicole.
--	---

3.4 Impact

Tätigkeitsfeld: Bienenprodukte

Die Ergebnisse der Forschungsprojekte liefern die wissenschaftliche Grundlage für die Entscheidungsfindung und Lösungsansätze für Problemstellungen im Bereich Bienenprodukte, insbesondere soll die Qualität der Bienenprodukte gefördert werden. La production d'un produit de qualité garantie la prise en charge de la production à un bon prix. Ceci permet de maintenir une des motivations à poursuivre l'activité apicole, à savoir la rentabilité économique de l'apiculture et permet ainsi de conserver un nombre suffisant d'apiculteurs.

Risque des pesticides pour l'abeille

Réduction du nombre d'intoxication d'abeilles, meilleures prise en compte des risques sublétaux pour l'abeille mellifère et des risques pour d'autres pollinisateur. Par l'information, améliorer la confiance du citoyen dans le système d'évaluation des risques pour les abeilles. Nouer des contacts avec l'autorité européenne (EFSA) afin de pouvoir activement participer à l'élaboration des directives d'évaluation des risques qui seront « automatiquement » reprises par la Suisse.

Laboratoire de référence

Fournir des outils pour améliorer l'état sanitaire du cheptel apicole suisse. Les méthodes de diagnostic sont fiables et adaptées aux standards actuels tels que préconisés par l'OIE et au sein de l'UE. Des études épidémiologiques et la recherches de nouvelles techniques de diagnostic sont souhaitables à l'avenir.



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.31.1.1

Mikrobiologie und Analytik pflanzlicher Lebensmittel

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Mikrobiologie und Analytik pflanzlicher Lebensmittel
Titel Originalsprache kurz	Mikrobiologie und Analytik pflanzlicher Lebensmittel
Titre français original	Microbiologie et analyse des denrées alimentaires d'origine végétales
Titre français abrégé	Microbiologie et analyse des denrées alimentaires d'origine végétales
Titel englisch	Microbiology and analytics of plant-based food
Title english short	Microbiology and analytics of plant-based food
LeiterIn Tätigkeitsfeld	David Drissner
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Daniel Baumgartner
Keywords	Food, plants, safety, quality, microbiology, analytics
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	14.1: Sicherheit von Futtermitteln sowie von frischen und verarbeiteten, pflanzlichen und tierischen Lebensmitteln

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Im Tätigkeitsfeld „Mikrobiologie und Analytik pflanzlicher Lebensmittel“ werden das Vorkommen von erwünschten, unerwünschten und humanpathogenen Mikroorganismen in Lebensmitteln pflanzlicher Herkunft sowie ihre Auswirkungen auf die Qualität und Sicherheit dieser Lebensmittel untersucht. Mittels physikalischer und chemischer Methoden werden Inhaltsstoffe in Früchten und Gemüse bestimmt. Im Fokus stehen auch die Entwicklung und Etablierung der dazu nötigen Methodologie. Im Bereich Weinmikrobiologie werden fruktophile Hefen selektioniert sowie genotypisch und phänotypisch charakterisiert. Die Diversität von Bakterien und Hefen wird mittels mikrobiologischer und molekularbiologischer Methoden untersucht.

Die Projekte innerhalb dieses Tätigkeitsfeldes haben hohe Relevanz für den thematischen Schwerpunkt „Qualitativ hochwertige und sichere Lebensmittel für eine gesunde Ernährung“ und tragen wesentlich zu den Kernthemen „Sicherheit von Futtermitteln sowie von frischen und verarbeiteten, pflanzlichen und tierischen Lebensmitteln“ sowie „Qualität von frischen und verarbeiteten, pflanzlichen und

tierischen Lebensmitteln“ bei. Durch vielschichtige Vernetzung mit Forschungsgruppen innerhalb Agroscope und Instituten auf nationaler und internationaler Ebene bietet das Tätigkeitsfeld ein hohes Potential für Innovationen und Fremdmittelprojekte. Durch optimale Vernetzung mit den Kundengruppen in der Schweiz profitieren diese direkt von neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen sowie praxisorientierten Lösungen wie beispielsweise von neuen Technologien zur Desinfektion von Saatgut, vom Einsatz der NIR-Technologie oder vom Einsatz fruktophiler Hefen in der Weinbereitung. Insgesamt dienen die Arbeiten in diesem Tätigkeitsfeld den Produzenten als auch Konsumenten, da die Arbeiten die Sicherheit und Qualität der pflanzlichen Lebensmittel nicht nur erhöhen sondern auch dazu beitragen, das Vertrauen der Konsumenten in die Wertschöpfungskette zu stärken und damit die Glaubwürdigkeit der Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft weiter zu festigen.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Früchte und Gemüse 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 Mikroorganismen, welche über den Verzehr von pflanzlichen Frischprodukten aufgenommen wurden, kommen weltweit immer häufiger vor und müssen möglichst früh erkannt und verhindert werden. Hinsichtlich der Übertragungswege von Humanpathogenen auf pflanzliche Lebensmittel, deren Anhaftung und Persistenz bestehen noch bedeutende Forschungslücken, welche in diesem Arbeitsprogramm geschlossen werden sollen.

Die Qualität und Sicherheit von Früchten und Gemüse verändert sich ständig entlang der Prozesskette vom Produzenten zum Konsumenten. Um den hohen Standard von Schweizer Früchten und Gemüse und der daraus verarbeiteten Produkte inklusive fermentierter Produkte zu erhalten ist es wichtig, über geeignete Analyseverfahren zur Bestimmung der wesentlichen Qualitätsmerkmale sowie zur Detektion mikrobieller Kontaminanten zu verfügen. Die Analysenverfahren dienen auch dazu, die Rückverfolgbarkeit und Authentizität der Lebensmittel verlässlich zu garantieren.

2.2 Ziele

1. Erstellung eines umfassenden Überblicks über die Prävalenz von Humanpathogenen und Aufklärung möglicher Kontaminationsquellen in der pflanzlichen Lebensmittelkette.
2. Erarbeitung von Präventionsmassnahmen sowie innovativen Interventionsmassnahmen für die Praxis zwecks Reduktion bzw. Elimination mikrobieller Kontaminationen.
3. Evaluierung der praktischen Anwendbarkeit der NIR-Technologie sowie weiterer nicht-destruktiver Analyseverfahren (z.B. Raman-Spektroskopie, hyperspektrale Bildanalyse) im Vor- und Nachertebereich der wichtigsten Obst- und Gemüsekulturen sowie in der analytischen Mikrobiologie.
4. Verhinderung von Gärstockungen in der Weinbereitung und Verbesserung der Aromatik von Weinen durch die Selektionierung und den Einsatz geeigneter Hefen.
5. Bereitstellung von apparativen und personellen Ressourcen für chemische und mikrobiologische Analytik im Rahmen anderer Tätigkeitsfelder.

2.3 Literaturangaben

- Baumgartner D., Gabioud-Rebeaud S., Kamm B. & Bozzi-Nising A., 2010. Detektion von Kernhausbräune mit Nah-Infrarot-Spektroskopie. Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau 146 (14), 8-11.
- Ceymann M., Arrigoni E., Schärer H., Baumgartner D., Bozzi-Nising A. & Hurrell R.F., 2011. Rapid high performance screening method using UHPLC-MS to quantify 12 polyphenol compounds in fresh apples. Analytical Methods 3, 1774-1778.

- Drissner D. & Zuercher U., 2013. Microbial safety of fresh fruits and vegetables. Encyclopedia of Food Safety, in press.
- EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ), 2011. Scientific opinion on the risk posed by Shiga toxin-producing *Escherichia coli* (STEC) and other pathogenic bacteria in seeds and sprouted seeds. EFSA Journal 2011, 101 pp.
- Fan X., Niemira B.A., Doona C., Feeherry F. & Gravini R. (eds.), 2009. Microbial safety of fresh produce. Ames, IA: IFT Press; Wiley-Blackwell.
- Fett W.F. In Sapers G.M., Gorny J.R., Yousef A.E. (eds.), 2006. Microbiology of fruits and vegetables. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Gabioud-Rebeaud S., Baumgartner D., Kamm B. & Bozzi-Nising A., 2011. Comparison of two VIS-NIR instruments based on reflectance or interactance mode for fruit quality measurements, Proceedings of the 15th International Conference of Near Infrared Spectroscopy, Kapstadt, ZA.
- Gafner J., 2012. Folpet und Weinhefe. Schweizerische Zeitschrift für Obst- und Weinbau 148 (9), 4-6.
- Gölles M., Widmer A. & Baumgartner D., 2012. Fruchtansatzprognose beim Apfel unterstützt die chemische Fruchtausdünnung. Agrarforschung Schweiz 3, 478-485.
- Peng S., Hummerjohann J., Stephan R. & Hammer P., 2013. Heat resistance of *Escherichia coli* strains in raw milk at different subpasteurization conditions. Journal of Dairy Science., in press.
- Reif C., Arrigoni E., Neuweiler R., Baumgartner D., Nyström L. & Hurrell R.H., 2012. Effect of sulfur and nitrogen fertilization on the content of nutritionally relevant carotenoids in spinach (*Spinacia oleracea*). Journal of Agriculture and Food Chemistry 60, 5819-5824.
- Sapers G.M., Solomon E.B. & Matthews K.R. (eds.), 2009. The produce contamination problem: Causes and solutions (1st edn.). Burlington, MA; San Diego, CA; London, UK: Academic Press.
- Studer P., Heller W.E., Hummerjohann J. & Drissner D., 2013. Evaluation of aerated steam treatment of alfalfa and mung bean seeds to eliminate high levels of *Escherichia coli* O157:H7, O178:H12, *Salmonella enterica*, and *Listeria monocytogenes*. 2013. Applied and Environmental Microbiology. 79 (15), 4613–4619.
- Vermathen M., Marzorati M., Baumgartner D., Good C. & Vermathen P. 2011. Investigation of different apple cultivars by high resolution magic angle spinning NMR. A feasibility study. Journal of Agriculture and Food Chemistry 59, 12784-12793.
- WHO 2011. Tackling antibiotic resistance from a food safety perspective in Europe. World Health Organization. Geneva, Switzerland.

2.4 Daten und Methoden

Methodenbezeichnung (Kurzbezeichnung)	Methodenbeschreibung (Quellenangabe bzw. Link zu Anleitung)
MALDI Biotyping	01.13.01.13_MALDI_Biotyping unter: \\acw-data.evdad.admin.ch\org_data\2_Recherche\04_AP-PA\AP2012-13\06_Methoden
PCR / Real-Time PCR	Guillamón J.M., Sabaté J., Barrio E., Cano J., and Querol A., 1998. Rapid identification of wine yeast species based on RFLP analysis of the internal transcribed spacer (ITS) region. Arch. Microbiol., 169, 387-392
Karyotyping	Schwartz D.C. and Cantor C.R., 1984. Separation of yeast chromosome-sized DNAs by pulse field gradient gel electrophoresis. Cell, 37, 67-75
DNA Sequenzierung	Sanger F., Nicklen S. and Coulson A.R., 1977. DNA sequencing with chain-terminating inhibitors. Proc. Natl. Acad. Sci. 74: 5463-5467
Mikroskopie	Dittrich H.H. und Grossmann M., 2005. Handbuch der Lebensmitteltechnologie: Mikrobiologie des Weins. Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co. Stuttgart (Hohenheim).
GC-MS: Aroma in Apriko-	01.13.01.15__GC-MS_AromaAprikosen_Index

sen Indexmethode	unter: \\acw-data.evdad.admin.ch\org_data\2_Recherche\04_AP-PA\AP2012-13\06_Methoden
Geräte: NIR Case	01.13.01.15__NIRCase unter: \\acw-data.evdad.admin.ch\org_data\2_Recherche\04_AP-PA\AP2012-13\06_Methoden
Geräte: SMart Nose	01.13.01.15__SmartNose unter: \\acw-data.evdad.admin.ch\org_data\2_Recherche\04_AP-PA\AP2012-13\06_Methoden
Geräte: UPLC-MS	01.13.01.15__UPLC-MS unter: \\acw-data.evdad.admin.ch\org_data\2_Recherche\04_AP-PA\AP2012-13\06_Methoden
Alle spektroskopischen, chromatographischen und massenspektrometrischen Methoden	\\acw-data.evdad.admin.ch\org_data\2_Recherche\04_AP-PA\AP2012-13\06_Methoden

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

- Agroscope-interne Reportings
- Wissenschaftliche Tagungen und Konferenzen, national und international
- Praxisorientierter Wissenstransfer an branchenorientierten Veranstaltungen
- Wissenschaftliche, peer-reviewed Publikationen
- Praxisorientierte Publikationen
- Buchpublikationen
- Merkblätter
- Medienmitteilungen
- Lehrveranstaltungen an ETHZ und Universität Bern
- Analysenberichte und Gutachten für Kunden

3.2 Kunden

Sicherheit pflanzlicher Lebensmittel:

- Branchen: Gemüsebau, Swisscofel, VSGP
- Lebensmittelindustrie und -handel
- Ämter: BLW, BAG, Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen ab 2014
- Konsumenten

Analytik:

- Produzenten, Verarbeiter, Handel, Konsumenten

Weinmikrobiologie:

- Branchen: nationale und internationale Weinindustrie
- Ämter und Verbände: BLW, SOV
- Konsumenten

3.3 Nutzen

Sicherheit pflanzlicher Lebensmittel:

Branchen: Gemüsebau, Swisscofel, VSGP:

Diese Branche und Praxisbetriebe profitieren von neuen Erkenntnissen über Kontaminationsquellen (z.B. Bewässerung) im Gemüsebau sowie Übertragungsmöglichkeiten pathogener Mikroorganismen. Ihnen werden darauf basierend geeignete Prävention- und Interventionsmassnahmen empfohlen. Erhöhung der mikrobiologischen Sicherheit pflanzlicher Lebensmittel durch Umsetzung der gewonnenen Erkenntnisse in der Praxis.

Lebensmittelindustrie und –handel: Nutzen durch Integration der gewonnenen Erkenntnisse aus dem Bereich Identifikation von Kontaminationsquellen im angepassten Risikomanagement.

Ämter: BLW, BAG, Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen ab 2014:

Neben oben genanntem Nutzen profitieren die Bundesämter von neuen Erkenntnissen im Bereich der Persistenz von Humanpathogenen in der Lebensmittelkette und des möglichen Auftretens antibiotikaresistenter Bakterien.

Konsumenten:

Nutzen durch sicherere pflanzliche Lebensmittel.

Analytik:

Produzenten: Unterstützung bei der Kulturführung, Reifekontrolle.

Verarbeiter: Schnelle und zuverlässige Kontrolle sowie Sicherstellung der Qualität von Rohwaren.

Handel: Steigerung der Qualität durch vereinheitlichte Analytik (Projekt mit Grossverteiler).

Konsumenten: höhere Qualität pflanzlicher Lebensmittel, Transparenz und Rückverfolgbarkeit durch Qualitätsmessungen schaffen Vertrauen in die Qualität einheimischer Lebensmittel.

Weinmikrobiologie:

Weinbranche, Produzenten und Konsumenten: Durch Behebung von Gärstockungen profitieren Produzenten von einer weniger störungsanfälligen Produktion was mit einer Einsparung von Betriebskosten verbunden ist. Mittels gezieltem Hefeeinsatz wird das sensorische Aromaprofil gezielt an Präferenzen von Kunden angepasst. Die erzielten Forschungsergebnisse sollen dazu beitragen, die Qualität der Weine entsprechend der Kundenbedürfnisse zu erhöhen und durch Differenzierung eine bessere Wettbewerbsfähigkeit zu entwickeln.

3.4 Impact

Die Publikation der im Tätigkeitsfeld gewonnenen wissenschaftlichen und praxisorientierten Erkenntnisse in wissenschaftlichen peer-reviewed Zeitschriften bzw. praxisorientierten Artikeln, Büchern sowie die Empfehlungen für die Praxis und Industrie tragen zur Erweiterung des grundlegenden und anwendungsorientierten Wissens bei. Die entwickelten innovativen Präventions- und Interventionsstrategien zur Erhöhung der Sicherheit pflanzlicher Lebensmittel sowie die neu etablierten analytischen Messmethoden zur Erhöhung der Qualität sowie zur Gewährleistung der Authentizität und Rückverfolgbarkeit der Lebensmittel stellen einen wesentlichen Beitrag zur Problemlösung in der landwirtschaftlichen Praxis dar.

Die Produktion wird von besserer Rückverfolgbarkeit und neuen Präventionsmassnahmen profitieren. Dies garantiert eine höhere Qualität und Sicherheit der pflanzlichen Rohwaren, welche aus optimiertem Anbau, Ernte und Lagerung resultieren. In der Verarbeitung wird beispielsweise durch den Einsatz neuer Desinfektionsmethoden für Sprossensaatgut die Sicherheit der daraus hervorgehenden pflanzlichen Lebensmittel signifikant erhöht. Nicht nur die Produktion und die Verarbeitung, sondern auch der Handel profitiert hierdurch vom gesteigerten Vertrauen der Konsumenten in die Schweizer Lebensmittel. Für den Handel und die Grossverteiler werden sich die verbesserte Rückverfolgbarkeit sowie die erhöhte Produktsicherheit in einem Image- und Vertrauensgewinn sowie einer besseren Wettbewerbsfähigkeit niederschlagen. Durch Vermeidung von Krankheitsfällen und Ausbrüchen wird letztlich die Gesundheit der gesamten Bevölkerung verbessert und die Lebensqualität erhöht.



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.31.2.1

Qualität und Ernährungsaspekte pflanzlicher Produkte

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Qualität und Ernährungsaspekte pflanzlicher Produkte
Titel Originalsprache kurz	Qualität und Ernährungsaspekte pflanzlicher Produkte
Titre français	Qualité et aspects nutritionnels des denrées alimentaires d'origine végétale
Titre français abrégé	Qualité et aspects nutritionnels des denrées alimentaires d'origine végétale
Titel englisch	Quality and Nutritional Aspects of Plant Based Foods
Title english short	Quality and Nutritional Aspects of Plant Based Foods
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Sonia Petignat-Keller
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Franz Gasser
Keywords	storage, food quality, fruit, vegetables, nutrition, wine, distillate, sensory
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	14.2: Qualität von frischen und verarbeiteten, pflanzlichen und tierischen Lebensmitteln

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Das Tätigkeitsfeld „Qualität und Ernährungsaspekte pflanzlicher Produkte“ verfolgt das Ziel, die Qualität der inländischen pflanzlichen Produkte (im Speziellen Früchte und Gemüse) von der Ernte bis auf den Teller bzw. in das 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 Produkte zu verstärken. Durch Qualitätsverbesserung, -kontrolle, Innovation und neue Technologien trägt das Tätigkeitsfeld zur Vermarktung und Sicherung der Schweizer

Obst – und Gemüseproduktion sowie der Erhaltung der Hochstamm-Bestände bei.

Das Tätigkeitsfeld stellt eine Informationsplattform für Produzenten und Konsumenten bereit und unterstützt diese bei spezifischen Problemstellungen in Bezug auf Qualität und Ernährungsfragen. Mit der Unterstützung von Prämierungen wird der Wettbewerb und Austausch unter den inländischen Produzenten gefördert und damit die Wettbewerbsfähigkeit der inländischen Produktion gegenüber Importprodukten gesteigert. Dem Konsumenten wird dadurch eine verbesserte Qualität zugesichert.

Durch die Förderung des Qualitätsbewusstseins beim Produzenten und Konsumenten bezüglich gesundheitsfördernder und sensorischer Eigenschaften pflanzlicher Produkte soll der Konsum von qualitativ hochwertigem Schweizer Obst und Gemüse erhöht und damit die Gesundheit der Schweizer Bevölkerung positiv beeinflusst werden.

Ausgehend von verbesserter und energetisch optimierter Lagerung werden Möglichkeiten überprüft, Nahrungsmittelabfälle zu reduzieren

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Die Schweizer Bevölkerung isst im Mittel zu wenig pflanzliche Lebensmittel, obwohl sie einen deutlich positiven Beitrag zur Erhaltung der Gesundheit leisten können. Gemäss 6. Schweizerischem Ernährungsbericht (2012) hat insbesondere der Konsum von Früchten und Gemüsen in den letzten Jahren sogar abgenommen.

Differenzierungsstrategien sind in einem liberalisierten Marktumfeld immer wichtiger und die Qualitätsansprüche des Konsumenten hoch. Bei pflanzlichen Produkten sind Unterschiede hinsichtlich einer Differenzierung durch Qualität und deren Einfluss auf das Konsumverhalten bisher zu wenig untersucht worden. Die Entwicklung von attraktiven Produkten ist noch stärker zu fördern.

Das Qualitätsbewusstsein beim Produzenten, Verarbeiter, Händler und Konsumenten soll mit Schwerpunkt auf gesundheitsfördernde und sensorische Aspekte weiter entwickelt werden.

Die Lagerhaltung ist oft zu teuer, energietechnisch nicht optimiert und kann rationalisiert werden. Zu oft werden Produkte nicht lokal gelagert und verteilt. Eine weitere wichtige Problemstellung liegt im immensen „Foodwaste“ der aufgrund immer höherer Qualitätsanforderungen bis anhin kaum reduziert werden konnte.

Die FG will gezielte Rückmeldungen an Produzenten und den Markt bezüglich Selektion von Produkten, den Erntezeitpunkten, der Qualität oder Verarbeitungs- und Verwertungsmöglichkeiten der Erzeugnisse geben.

2.2 Ziele

Das Kettenmanagement ist grundlegender Forschungsansatz des Tätigkeitsfeldes: Verfolgen der Qualität pflanzlicher Produkte von der Ernte bis auf den Teller oder ins Glas des Konsumenten.

1. Die FG verbessert bestehende und entwickelt neue Technologien und Produkte mit dem Ziel, die Qualität und Konkurrenzfähigkeit der Schweizer Erzeugnisse auf dem Markt zu erhalten und zu steigern.
2. Die Bedürfnisse der Produzenten und Konsumenten werden in Form von priorisierten Projekten aufgenommen, um den Erwartungen hinsichtlich Qualität, Geschmack, Aussehen, Haltbarkeit, ernährungsphysiologischem Wert, Gesundheit und Nachhaltigkeit zu entsprechen. Die FG ist dank Kundenprojekten, Panels, Begleitgruppen und Foren optimal mit der Praxis vernetzt.

3. Die FG sucht Mittel und Wege die Rolle der pflanzlichen Lebensmittel - insbesondere Obst und Gemüse - in der menschlichen Ernährung zu verstärken und damit einen Beitrag zur Gesundheitsförderung zu leisten.
4. In nationaler und internationaler Zusammenarbeit mit anderen Forschungsinstitutionen werden Projekte zur gesundheitsfördernden Wirkung von bioaktiven Inhaltsstoffen sowie zur nachhaltigen Verarbeitung und Lagerung der pflanzlichen Lebensmittel bearbeitet.
5. Ziel ist es, pflanzliche Lebensmittel anhand von Charakteristiken wie Aroma, Geschmack und Textur zu profilieren, deren Präferenz und Beliebtheit beim Konsumenten zu identifizieren sowie den verschiedenen Kunden, Produzenten und Verteilern die Produktdifferenzierung zu kommunizieren.
6. Im Rahmen der bestehenden Aktivitäten werden Möglichkeiten geprüft, Nahrungsmittelabfälle zu reduzieren

2.3 Literaturangaben

Extension Getränke

- Heiri, M., Petignat-Keller, S., 2013. Aromaräder für eine bessere Verständigung. Kleinbrennerei, 4.
- Heiri, M., Petignat-Keller, S., Höhn, H., Balmer, M., Poiger, T., 2013. Pas de résidu de diméthoate dans le kirsch. Revue Suisse Viticulture, Vol 45.
- Heiri, M., Petignat-Keller, S. 2011. Hefen beeinflussen das Aroma. Früchte und Gemüse, 2.
- Heiri M., Petignat-Keller, S, 2013.: Beeinflusst das Verschnittwasser die Spirituosenaromatik? Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau, 10, 11-1.
- Heiri, M., Petignat-Keller, S., 2013. Reduktion von Spirituosen. VAKö Vereinigung der Abfindungs und Kleinbrenner Österreichs 10,1/13.

Früchte- und Gemüse-Technologie

- Gasser, F. & Höhn, E., 2012. Betrieb von Lagerräumen, p. 215-243 in: Lagerung gartenbaulicher Produkte, Herausgeber Martin Geyer, Ulrike Praeger, KTBL-Schrift 493
- Gasser, F., 2013. Zwetschgen: Pflückzeitpunkt, Qualität & Verderbsanfälligkeit. Besseres Obst 8, 12-15,
- Good, C., Gasser, F. & Naef, A., 2012. Heisswasserbehandlung von Kernobst, Schweizerische Zeitung für Obst und Weinbau, 24, 10-14,
- Vermathen, M, Marzorati M, Baumgartner, D, Good, C & Vermathen, P, 2011. Investigation of Different Apple Cultivars by High Resolution Magic Angle Spinning NMR. A Feasibility Study. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 59, 12784-12793.

Sekundäre Pflanzenstoffe in Früchten und Gemüse

- Terry, L., 2011. Health-promoting Properties of Fruits and Vegetables. CABI Bookshop, Wallingford.
- Reif, C., Arrigoni, E., Schärer, H., Nyström, L. & Hurrell, R.F, 2013. Carotenoid database of commonly eaten Swiss vegetables and their estimated contribution to carotenoid intake. J. Food Compos. Anal. 29, 64-72.
- Reif, C., 2012. Carotenoids as food components in vegetables and their relevance to nutrition and health. Diss ETH Nr. 20553, ETHZ, Zürich.
- Maiani, G., Periago Castón, M.J., Catasta, G., Toti, E., Goñi Cambrodón, I., Bysted, A., Granado-Lorenzo, F., Olmedilla-Alonso, B., Knuthsen, P., Valoti, M., Böhm, V., Mayer-Miebach, E., Behnlian, D., Schlemmer, U., 2009. Carotenoids: Actual knowledge on food sources, intakes, stability and bioavailability and their protective role in humans. Mol. Nutr. Food Res. 53, S194-S218.

Sensorik

- Dickson-Spillmann, M., Siegrist, M & Keller, C., 2011. Attitudes towards chemicals are associated with preference for natural food. Food Quality and Preference, 22 (1), 149-156
- Bleibaum, R., Stone H., Tan, T., Labreche, S., Saint-Martin, E., & Isz, S., 2002. Comparison of sensory and consumer results with electronic nose and tongue sensors for apple juices. Food Quality and Preference, 13, 409-422
- European Technology Platform on Food for Life – Strategic Research Agenda 2007-2020

2.4 Daten und Methoden

Extension Getränke

- Die in der praxisorientierten Forschung angewandten Methoden sind in Publikationen beschrieben oder referenziert und abgelegt.

Weinanalytik

- Basis Methodensammlung Schweizerisches Lebensmittelbuch, Herausgeber Bundesamt für Gesundheit BAG, seit 2004 webbasierend. Für die Standardmethoden besteht eine ACW-interne Methodensammlung, welche aktuell gehalten wird.
 - Verordnung des EDI über alkoholische Getränke SR 817.022.110
 - Verordnung des EDI über Fremd- und Inhaltsstoffe (FIV) SR 817.021.23
 - Verordnung des EDI über zulässige Zusatzstoffe (ZuV) SR 817.021.31

Früchte- und Gemüse-Technologie

- Die in der Forschung angewandten Methoden werden in den Publikationen beschrieben oder referenziert. Für die Standardmethoden besteht eine ACW-interne Methodensammlung, welche aktuell gehalten wird. Daten von Versuchen sind nach einem vereinbarten System abgelegt und leicht auffindbar.

Sekundäre Pflanzenstoffe in Früchten und Gemüse

- HPLC-DAD-Methode zur Quantifizierung der für die Ernährung relevanten Carotinoide. Die Methode wird zurzeit auf UHPLC adaptiert.
- *In vitro*-Methode zur Bestimmung der Bio-Zugänglichkeit von Carotinoiden aus pflanzlichen Matrices. Die Methode wird zurzeit optimiert.
- UHPLC-MS-Methode zur Quantifizierung der wichtigsten niedermolekularen Apfel-Polyphenole.
- Weitere standardmässig gebrauchte Methoden (zB Bestimmung von Gesamtpolyphenolen bzw. einzelner Polyphenolgruppen sowie anderer Lebensmittel-Inhaltsstoffe).

Sensorik

- Die angewandten Methoden beziehen sich in der Sensorik auf DIN/ISO Normen, weitere, neuere, verwendete Methoden sind in Publikationen beschrieben (TDS: Labbe, D., Schlich P., Pineau N., Gilbert F., 2009, Temporal dominance of sensations and sensory profiling: A comparative study, Food Quality & Preference 20, 216-221) oder referenziert.

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

Extension Getränke

Destillate

- Rechenschaftsbericht jährlich z.Hd. EAV
- SOV Tagung jährlich
- Praxisorientierter Wissenstransfer an branchenorientierten Veranstaltungen
- Praxisorientierte Publikationen

Weinanalytik(Auftragsanalytik Wein Wädenswil)

- Analysenberichte an Kunden
- FBL

Früchte- und Gemüse-Technologie

- Jährliche Lagertagung, Herbstbriefe, Präsentation von Resultaten bei den Foren Obst & Gemüse.

Sekundäre Pflanzenstoffe in Früchten und Gemüse

- Peer-reviewed und praxisorientierte Publikationen
- Präsentation von Resultaten an wissenschaftlichen Konferenzen und praxisorientierten Veranstaltungen

Sensorik

- Vorträge an praxis- und branchenorientierten Veranstaltungen
- Praxisorientierte und peer-reviewed Publikationen

3.2 Kunden

- Gemüseproduzenten
- Tafelobst- und Brennfrüchteproduzenten
- Kantonale Obstfachschohlen
- Kantonale Obst- und Gemüsebauberater
- Industrielle und gewerbliche Verarbeiter
- Handel und Lagerhalter
- Kantonale Behörden
- Obstbranchenorganisationen (SOV)
- Swisscofel
- Distisuisse
- Destillateure
- Weinproduzenten
- Weinhandel
- Konsumenten

3.3 Nutzen

Wir stellen eine „Handhabe“ oder einen Bezugspunkt für Produzenten in Bezug auf die Produktequalität her und bieten die Möglichkeit sich mit andern Produzenten zu messen und sich abzugrenzen. Damit wird die Wettbewerbskraft und die Innovation gefördert und die Position der inländischen Produktion insgesamt gegenüber Importprodukten gestärkt.

Wir steigern die Sicherheit in der Beurteilung und Wertschätzung der pflanzlichen Produkte durch den Konsumenten (Labels, Prämierungen etc)

Wir bieten eine Plattform für den Austausch von Erfahrungen unter Produzenten und Konsumenten, sowie zum Austausch mit Forschungsanstalten im Ausland.

Wir bearbeiten konkrete Problemstellungen von Produzenten im Auftrag (Consulting)

Wir steigern die Nachhaltigkeit, sichern und optimieren die Produktion von Schweizer Obst und Gemüse.

Wir unterstützen den Schutz der Hochstammbestände und traditionell, bewährten alten Sorten.

Extension Getränke

Destillate

- Die Technologische und sensorische Kompetenz der FG ist verknüpft mit dem Arbeitsbereich Destillate/Spirituosen, Wertschöpfungskette Obst, Früchteproduzenten Abnahme- und Verarbeitungsmöglichkeiten, Brenner Qualität der Schweizer Destillate, Konsumenten Qualität und Sicherheit im Glas. Praxisnahe Forschung

Weinanalytik(Auftragsanalytik Wein Wädenswil)

- Qualitätsgrundlage zur Beurteilung von Produkten für interne Kunden, Produzenten, Handel, Kantonale Fachstellen, Konsumenten, Einnahmequelle zur Finanzierung der Forschungsaktivitäten

- Die Weinanalytik übernimmt in der Deutschschweiz eine wichtige Funktion als neutrale und vermittelnde Stelle

Früchte- und Gemüse-Technologie

- Umsetzung von Resultaten im Bereich der Lageroptimierung in der Praxis.
- Kosteneinsparungen und Nachhaltigkeit.

Sekundäre Pflanzenstoffe in Früchten und Gemüse

- Informationen über den SPS-Gehalt von Früchten und Gemüse und über deren Biozugänglichkeit
- Daraus abgeleitet Empfehlungen zur Steigerung des Konsums unter Berücksichtigung besonders hochwertiger Sorten und/oder Verarbeitungsmethoden

Sensorik

- Qualitativ besseres Obst: durch Qualitätsoptimierung für Konsumenten.
- Steigerung des Konsums von qualitativ hochwertigem, regional produziertem Schweizer Obst und Gemüse.
- Inländische Produktion- und Absatzförderung (Produzenten, Branche, Retail).

3.4 Impact

Der Impact ergibt sich aus der eingangs erläuterten Problemstellung:

- Besseres Wissen über gesunde Ernährung, Qualität, Genuss von pflanzlichen Lebensmitteln im speziellen Früchten und Gemüse
- Förderung des Konsums pflanzlicher Produkte
- Konkurrenzfähige, innovative regionale Produkte
- Gesteigertes Qualitätsbewusstsein in Abgrenzung zu importierter Produktion, Qualitätskriterien sensorischer Art
- Optimiertes Kettenmanagement
- Verbessertes Produkte-Knowhow bei den Produzenten und Konsumenten
- Und damit letztlich bessere Gesundheit der Schweizer Bevölkerung



Description du champ d'activité 14.31.3.1

Qualité des vins

1 Vue d'ensemble

1.1 Données de base

Titre original	Qualité des vins
Titre original abrégé	Qualité des vins
Titel deutsch	Weinqualität
Titel deutsch kurz	Weinqualität
Titre anglais	Wine Quality
Titre anglais abrégé	Wine Quality
Responsable du champ d'activité	Lorenzini Fabrice
Responsable délégué du champ d'activité	Belcher Sandrine
Mots-clés	Analysis, wine, must, export, quality insurance, method development
Début	2014
Durée	4 ans
Contribution au thème central*	<ul style="list-style-type: none">14.2 : Qualité des denrées alimentaires fraîches ou transformées d'origine végétale et animale.

* Les pôles thématiques font partie du mandat de prestations. Chaque pôle thématique comprend 3 à 4 thèmes centraux.

1.2 Résumé

Nous assurons le support analytique chimique, microbiologique et sensoriel pour les projets de recherches en viticulture et œnologie de l'Institut des sciences en production végétale d'Agroscope. Accrédité ISO/CEI 17025, nous réalisons sous mandat de l'OFAG le contrôle des vins destinés à l'exportation. Nous réalisons également, sous convention, des analyses de vins pour des clients externes. Nos activités de recherche s'orientent dans la validation de nouvelles méthodes d'analyse ainsi que dans la recherche de marqueurs de qualité de la vendange et du vin. Le maintien et la surveillance de la qualité des analyses des moûts et des vins est également notre préoccupation. Nous participons dans ce sens aux travaux de commissions nationales (Manuel suisse des denrées alimentaires) et internationales (Organisation internationale de la vigne et du vin) pour la mise à jour des méthodes d'analyse et apporter notre expertise lors de développement de nouvelles méthodes.

2 Plan de recherche / Description du champ d'activité

2.1 Problématique / Objet

1. Les projets de recherche en viticulture et œnologie de l'Institut des sciences en production végétale d'Agroscope (division de recherche protection des végétaux grandes cultures et viticulture-œnologie) requièrent de notre part la réalisation de nombreuses analyses physico-chimiques et sensorielles, du raisin en cours de maturation jusqu'au vin fini. A côté de ces analyses, nous réalisons également, mais sous convention, un grand nombre d'analyses de base pour 3 clients externes (Winescan).
2. Notre laboratoire est mandaté par l'OFAG pour réaliser les analyses liées au contrôle des vins destinés à l'exportation. Accrédité selon ISO/CEI 17015, notre laboratoire fournit des résultats issus de méthodes de références.
3. L'obtention de vins de qualité passe par la récolte de raisins de qualité optimale. Le suivi de maturation des raisins par des méthodes représentatives demeure l'outil essentiel d'aide à la décision de vendanger ou à la technique de vinification à appliquer. Dans ce contexte, la valorisation des vins issus de l'expérimentation viti-vinicole nécessite la mise en évidence de marqueurs de qualité sanitaire des raisins et de qualité gustative des vins. La prise en main et/ou le développement de méthodes analytiques permettant de les déterminer doit être poursuivie
4. Agroscope utilise et améliore de nombreuses méthodes pour l'analyse des vins et des moûts. Régulièrement de nouvelles technologies apparaissent sur le marché et de nouveaux paramètres analytiques sont demandés par nos clients internes et externes. De même, des modifications dans la législation suisse ou internationale nous obligent à développer régulièrement de nouvelles analyses (ex. Natamycin, allergènes). Le manuel suisse des denrées alimentaires (MSDA) est l'outil légal de référence au niveau analytique et nous participons à sa rédaction en ce qui concerne le chapitre des vins. Nous sommes 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. Nous sommes également membre de la sous-commission des méthodes d'analyse de l'OIV (Organisation internationale de la vigne et du vin).

2.2 Objectifs

- Analyses pour clients internes Agroscope (IPV) et externes :
 1. Réaliser le programme d'analyses exigées par l'ensemble des projets en viticulture et œnologie de l'Institut des sciences en production végétale (IPV).
 2. Réaliser les analyses de base pour nos clients externes (convention), consolider les calibrations et proposer de nouveaux paramètres également pertinents pour valoriser les essais des projets en viticulture et œnologie.
- Contrôle des vins à l'exportation et laboratoires accrédités :
 3. Remplir le mandat de l'OFAG du 7 décembre 1998 concernant le contrôle des moûts de raisin, jus de raisin et vins destinés à l'exportation.
 4. Maintenir l'accréditation selon ISO/CEI 17025 du groupe pour les analyses physico-chimiques des boissons d'origine viti-vinicole.
 5. Assurer le support nécessaire au groupe « Qualité des produits, innovation et alimentation » de Wädenswil dans sa démarche d'accréditation de son laboratoire d'analyse.
- Marqueurs de de qualité des raisins, des moûts et des vins
 6. Identifier de nouveaux marqueurs de qualité des raisins et des vins en relation avec la problématique de la typicité des vins et celle de certains faux goûts (stress hydro-azoté, réduction).

7. Développer les méthodes d'identification et de dosage individuel des composés phénoliques. Ces développements se feront en étroite collaboration avec nos collègues des autres groupes de notre division de recherche « denrées alimentaires d'origine végétale ».
- Maintien et surveillance de la qualité des analyses des moûts et des vins
 8. Participer en tant qu'expert à la mise à jour du MSDA, chapitre vin et représenter la Suisse à la sous-commission des méthodes d'analyses de l'OIV.
 9. Participer à des groupes de travail pour développer ou valider de nouvelles méthodes d'analyses et tester de nouvelles technologies permettant d'améliorer la qualité ou la rapidité des analyses.
 10. Organiser des tests interlaboratoires.

2.3 Indications bibliographiques

Ordonnance de l'OFAG sur le contrôle des vins destinés à l'exportation (RS 916.145.211)

Naïma Ben Ghazlen et al., 2010. Non-Destructive Optical Monitoring of Grape Maturation by Proximal Sensing. *Sensors*, 10, 10040-10068.

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

Saenz-Navajas M-P. et al., 2010. Characterization of taste-active fractions in red wine combining HPLC fractionation, sensory analysis and UPLC-MS. *Analytica Chimica Acta.* 673 (2) 151-159.

Aznar O. et al., 2011. Determination of polyphenols in wines by liquid chromatography with UV spectrophotometric detection. *J. Sep. Sci.*, 34, 527-535

Belcher S., Dienes-Nagy A., 2011. Indices sanitaires et marqueurs chimiques pour évaluer l'état sanitaire du raisin. 1. Définitions, principes et tests préliminaires avec *Botrytis cinerea*. *Revue suisse de viticulture arboriculture horticulture.* 43, (2), 134-137

Dienes-Nagy A., Belcher S., 2011. Indices sanitaires et marqueurs chimiques pour évaluer l'état sanitaire du raisin. 2. Marqueurs chimiques de la pourriture grise. *Revue suisse de viticulture arboriculture horticulture.* 43, (4), 234-242

MSDA : Manuel suisse des denrées alimentaires :

<http://www.bag.admin.ch/themen/lebensmittel/04873/index.html?lang=fr>

OIV : Office international de la vigne et du vin : <http://www.oiv.int>

2.4 Données et méthodes

1. Analyses pour clients internes Agroscope (IPV) et externes
 - Demandes annuelles d'analyse pour projets viti-oeno (IPV)
 - Analyses multiparamètres FTIR (Winescan),
 - Analyses colorimétries séquentielles (SO₂, Fe, Cu)
 - Méthodes de référence pour calibrages Winescan
 - Autres méthodes spécifiques (HPLC-GC)
2. Contrôle des vins à l'exportation et labo accrédité
 - Demandes régulières d'analyse transitant par l'OFAG
 - Procédures et méthodes du Manuel Qualité du laboratoire accrédité ISO/CEI 17025
3. Marqueurs de qualité des raisins, des moûts et des vins
 - En comparaison ou en appoint, référencer les méthodes classiques ou indirectes disponibles à Agroscope pour suivre la maturité des raisins, en particulier la maturité phénolique. Evaluer les incidences de ces suivis de maturation du raisin, en particulier des composés phénoliques, sur les techniques de vinification appliquées et la qualité finale des vins.
 - Identification et quantification des arômes soufrés liés aux faux goûts et ceux liés aux arômes typiques des cépages suisses (GC-FPD-FID, injecteur automatique SPME, GC/MS –détection

- olfactométrie, analyse des faux goûts et expression aromatique par nez électronique (Smartnose)
 - Développer des méthodes analytiques pour l'identification et le dosage individuel des composés phénoliques (HPLC-MS, HPLC-MS-MS)
- 4. Maintien et surveillance de la qualité des analyses des moûts et des vins
 - Réunions annuelles (MSDA, OIV)
 - Travaux collaboratifs de rédaction ou de validation de méthodes d'analyse
 - Organisation d'essais interlaboratoires

3 Pertinence et utilité

3.1 Compte rendu

1. Analyses pour clients internes Agroscope (IPV) et externes
 - Rapports d'analyses réguliers pour clients internes et externes
2. Contrôle des vins à l'exportation et labo accrédité
 - Rapports d'analyse réguliers pour l'OFAG et exportateurs
3. Marqueurs de qualité des raisins et des vins
 - Publications scientifiques diverses : marqueurs chimiques de stress hydro-azoté dans les vins, composition phénolique des cépages blancs, étude de l'effet de l'alimentation azotée sur la qualité du moût et du vin des cépages blancs, étude sur le lien entre la composition phénolique et la qualité des vins
 - Posters
 - Conférences
4. Maintien et surveillance de la qualité des analyses des moûts et des vins et internationales
 - Rapports de sessions de l'OIV à l'intention de l'OFAG et des experts MSDA
 - Réunion du groupe d'experts du MSDA
 - Publication sur l'utilisation du Multiplex à la vigne sur le suivi de la maturité d'une parcelle de Gamay (bilan de 3 ans) (RSVAH)
 - Publication sur l'utilisation du Multiplex à la vigne sur la problématique carence azotée (RSVAH ou journaux scientifiques)
 - 1x/an présentation aux clients internes/externes de l'avancée de nos méthodes d'analyse et de leurs incertitudes
 - 1x/an présentation des résultats des tests interlaboratoires et comparaison éventuelle avec ce que l'on obtient à l'international (OIV, BIPEA)
 - Publication (journaux spécialisés et/ou SRVAH) de notre démarche de validation et de contrôle de méthodes
 - Posters
 - Conférences

3.2 Clients

1. Analyses pour clients internes Agroscope (IPV) et externes
 - Groupes viticulture et œnologie de l'IPV d'Agroscope
 - Caves : UVAVINS, Œnologie à façon, Hammel
2. Contrôle des vins à l'exportation et labo accrédité
 - OFAG, exportateurs de vins
 - Metas (SAS : Service d'accréditation suisse)
3. Marqueurs de qualité des raisins et des vins

- Groupes viticulture et œnologie de l'IPV d'Agroscope
 - Profession viti-vinicole
4. Maintien et surveillance de la qualité des analyses des moûts et des vins et internationales
 - OFAG
 - OFSP (Manuel suisse des denrées alimentaires)
 - OIV (Organisation internationale de la vigne et du vin)
 - Laboratoires d'œnologie
 - Services cantonaux de viticulture et d'œnologie

3.3 Utilité

1. Analyses pour clients interne Agroscope (IPV) et externes
 - Support analytique indispensable pour les projets de recherche des groupes viticulture et œnologie de l'IPV d'Agroscope
 - Réalisation des analyses pour les contrôles des vins en cours d'élaboration pour les 3 partenaires (convention)
 - Consolidation des calibrages Winescan
2. Contrôle des vins à l'exportation et labo accrédité
 - Rapports d'analyse nécessaires à l'exportation des vins
3. Marqueurs de qualité des raisins et des vins
 - Mise en valeur de la production viti-vinicole suisse
 - Mise en évidence de nouveaux paramètres analytiques
 - Aide à la décision pour les producteurs : vendanges, techniques œnologiques à appliquer
 - Développement de nouveaux paramètres analytiques pour valoriser les projets de recherche en viticulture et œnologie d'Agroscope et contribuer au maintien et à l'amélioration de la qualité des vins suisses proposés sur un marché toujours plus concurrentiel.
4. Maintien et surveillance de la qualité des analyses des moûts et des vins
 - Soutien/Conseil aux politiques (OFAG, OFSP)
 - Méthodes d'analyse à jour, suivi de la législation et décision de l'Union européenne,
 - Laboratoire de référence pour l'analyse des vins

3.4 Impact

1. Analyses pour clients internes Agroscope (IPV) et externes
 - Valorisation analytique des projets de recherche des groupes viticulture et œnologie de l'IPV d'Agroscope
 - Image, confiance et crédibilité pour nos différents clients ainsi que pour les consommateurs
2. Contrôle des vins à l'exportation et labo accrédité
 - Laboratoire accrédité pour ces analyses
3. Marqueurs de qualité des raisins et des vins
 - Echanges scientifiques nationaux et internationaux
 - Reconnaissance scientifique sur le plan national et international
4. Maintien et surveillance de la qualité des analyses des moûts et des vins
 - Membre du groupe d'expert du MSDA
 - Représentation suisse à l'OIV (membre sous-commission méthodes d'analyse)
 - Laboratoire de référence pour l'analyse des vins



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.32.1.1

Käsequalität und Authentizität

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Käsequalität und Authentizität
Titel Originalsprache kurz	Käsequalität
Titre français	Qualité du fromage et authenticité
Titre français court	Qualité du fromage
Title english	Cheese Quality and Authenticity
Title english short	Cheese Quality
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Co-Leitung: Ernst Jakob, Daniel Wechsler
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Ernst Jakob bzw. Daniel Wechsler
Keywords	cheese, cheese quality, cheese technology, raw milk quality, food safety, traceability, nutrition, dairy consulting, dairy education,
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema	14.2: Lebensmittel-Qualität

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 2 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Die Forschungsgruppe Käsequalität und Authentizität von Agroscope unterstützt die Schweizer Käsebranche mit praxisorientierter Forschung und leistet damit einen wichtigen Beitrag für die internationale Positionierung von Schweizer Käse als Premiumkäse. Eine wichtige Aufgabe bildet dabei auch der Wissenstransfer in die Praxis. Dieser umfasst die Unterstützung der milchwirtschaftlichen Fachschulen bei der Aktualisierung von Lehrmitteln, die Weiterbildung von Beratern, Berufsschullehrern und von milchwirtschaftlichen Berufsleuten in Gewerbe und Industrie und den Unterricht an Fachhochschulen. Schweizer Käse werden vorwiegend aus Rohmilch und ohne Zusatzstoffe hergestellt. Dank ihrer Natürlichkeit, Sicherheit und Qualität geniessen sie bei den Konsumentinnen und Konsumenten im In- und Ausland grosses Vertrauen. Käse ist das wichtigste landwirtschaftliche Export-Produkt der Schweiz. Auch 2012 haben die Schweizer Käseexporte trotz schwieriger Marktsituation zugenommen und damit dem starken Franken getrotzt. Insgesamt wurden 66 905 Tonnen Schweizer Käse ins Ausland geliefert. Die bekannten Schweizer Käsesorten Appenzeller, Le Gruyère AOC und Emmentaler

AOC machen rund 51,7 Prozent der gesamten Käseexporte aus. Auch im Inland ist Schweizer Käse sehr beliebt und leistet im Rahmen einer ausgewogenen Ernährung einen wichtigen Beitrag für die Versorgung der Bevölkerung mit wichtigen Nähr- und Mineralstoffen. Pro Kopf wurden 2011 durchschnittlich 21.44 kg Käse konsumiert. Rund 72 Prozent der in der Schweiz konsumierten Käse wurden in der Schweiz hergestellt. Die Produktion von Schweizer Käse ermöglicht die Erhaltung von Arbeitsplätzen in ländlichen Gebieten und trägt somit wesentlich zur Dezentralisierung bei.

Trotz der ausgezeichneten internationalen Positionierung und hohen Produktqualität sind weitere Forschungsanstrengungen nötig, damit der Konsum von Schweizer Käse im In- und Ausland weiter gefördert werden kann. Die Lenkung der Rohmilchqualität ist ein wichtiger Erfolgsfaktor für die Herstellung von Rohmilchkäse. Durch die Entwicklung neuer molekularbiologischer Methoden soll sichergestellt werden, dass die Rohmilch möglichst schnell und kostengünstig auf die Präsenz unerwünschter Keime überprüft werden kann, um Qualitätsprobleme in der Verarbeitung zu vermeiden. Die Herstellung von Käse aus Rohmilch erlaubt im Vergleich zu Käse aus Pastmilch hinsichtlich der sensorischen Qualität eine wertschöpfende Differenzierung. Der Export von Weich- und Halbhartkäsen aus Rohmilch wird aufgrund der steigenden Anforderungen an die Lebensmittelsicherheit zunehmend schwieriger. Die Schweizer Käseforschung soll neue Wege aufzeigen, wie die hohen Erwartungen bezüglich Qualität und Lebensmittelsicherheit bei der Verarbeitung von nicht pasteurisierter Milch zu Käse erfüllt werden können. Dazu ist es nötig, die Interaktionen zwischen den verschiedenen Keimen der Rohmilchflora und den zugesetzten Käsekulturen besser zu verstehen. Dies erst ermöglicht die Entwicklung neuer Kulturen, die zur Optimierung der sensorischen Qualität und der Lebensmittelsicherheit von Käse eingesetzt werden können.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Mit der Durchführung spezieller Laboranalysen und der Erstellung unabhängiger Gutachten und Expertisen leistet die Forschungsanstalt Agroscope einen wichtigen Beitrag zur Aufklärung von Schadenfällen. Dabei werden immer wieder auch neue Erkenntnisse gewonnen, die für die Vermeidung von Qualitätsproblemen in der Praxis von grossem Nutzen sind. Damit neue Erkenntnisse aus der Forschung nutzbringend in der Praxis angewendet werden, ist es unabdingbar, mit den milchwirtschaftlichen Berufsfachleuten (Milchtechnologe, Käser, Alpsennen, Berater etc.) einen kontinuierlichen und stufengerechten Wissenstransfer zu pflegen. Der kontinuierliche Wissensaustausch mit der Praxis stellt auch sicher, dass neuartige Probleme frühzeitig erkannt werden und von der Forschung angegangen werden können.

Für die Stärkung von Schweizer Käse werden Fortschritte in verschiedenen Bereichen angestrebt:

- Für gewerbliche Käsereien sind die hohen Schadenssummen bei Qualitätsproblemen schnell einmal existenzbedrohend. Um rohstoffbedingte Qualitätsfehler zu vermeiden ist es darum wichtig, mikrobiologisch problematische Milchlieferungen frühzeitig zu erkennen. Für wichtige rohstoffbürtige Schadkeime wie Propionsäurebakterien und *Lactobacillus parabuchneri* fehlen schnelle und zuverlässige Nachweismethoden. Die Entwicklung solcher Methoden zur Beurteilung der **mikrobiologischen Rohmilchqualität** ist daher ein wichtiges Instrument zur Förderung der Qualität und der Wettbewerbsfähigkeit von Schweizer Käse.
- Auch Veränderungen in der Milchproduktion, wie der zunehmende Einsatz von Melkrobotern, neue Haltungssysteme und Fütterungstechniken oder neue Methoden der Futterkonservierung haben Auswirkungen auf die Rohmilchqualität, die frühzeitig erkannt werden müssen.

- Die gute Ausreifbarkeit und Lagerstabilität der traditionellen Schweizer Käsesorten ist ein wichtiges Qualitätsmerkmal. Diese Eigenschaften hängen massgeblich von der Rohmilchflora und der Zusammensetzung der zugesetzten Kulturen ab. Die grossen Fortschritte bei der Sequenzierung des Genoms von Mikroorganismen eröffnen neue Möglichkeiten hinsichtlich der Auswahl von Mikroorganismen für die Herstellung von Käsekulturen. Daher soll durch den Einsatz von Milchsäurebakterien mit definierten biochemischen Eigenschaften versucht werden, die Lochbildung, das Aroma, die Teigbeschaffenheit und die Ausreifbarkeit weiter zu optimieren. Über die **Interaktionen** zwischen Milchsäurebakterien und deren Auswirkungen auf die Qualität von Käse ist noch wenig bekannt. Im Rahmen des Arbeitsprogramms 2014-2017 soll daher auch versucht werden, die Interaktionen zwischen den verschiedenen Arten und Stämmen der Käseflora besser zu verstehen und Konzepte zu entwickeln, wie solche Interaktionen gezielt zur Steigerung und Lenkung der Qualität oder der Lebensmittelsicherheit von Käse genutzt werden können.
- Die besondere **sensorische Qualität** der traditionellen Schweizer Käsesorten hängt mit der Verarbeitung von nicht pasteurisierter Milch zusammen und ist ein wichtiger Faktor für die erfolgreiche Positionierung von Schweizer Käse im Premium Segment. Während der Konsum von lang ausgereiftem Hartkäse und extra-Hartkäse aus Rohmilch weltweit als sicher eingestuft wird, kann die mikrobiologische **Lebensmittelsicherheit** von Halbhart- und Weichkäse aus nicht pasteurisierter Milch nicht durch den Herstellungs- und Reifungsprozess alleine gewährleistet werden. Der Export von traditionellen Schweizer Halbhartkäsen in den angelsächsischen Raum wird daher immer schwieriger. In einigen Ländern ist es inzwischen grundsätzlich verboten, Halbhart- und Weichkäse aus nicht pasteurisierter Milch einzuführen. In anderen Ländern wurden die lebensmittelrechtlichen Anforderungen für Rohmilchkäse derart verschärft, dass eine wirtschaftliche Vermarktung solcher Käse aufgrund des hohen Kontrollaufwandes nicht mehr möglich ist. Für den zukünftigen Export von Schweizer Käse in solche Länder gilt es, mit Hilfe der Forschung Lösungen zu finden, die den hohen Anforderungen an die Lebensmittelsicherheit genügen, ohne die sensorische Qualität der Produkte zu vermindern. Damit soll erreicht werden, dass eine wertschöpfende Differenzierung zwischen Schweizer Premiumkäsen und industriell produziertem Käse möglich bleibt.

2.2 Ziele

1. Durch die Weiterentwicklung der Methoden zur Überwachung und Lenkung der Rohmilchqualität leistet Agroscope für Schweizer Milchproduzenten, Käsehersteller und Affineure einen wichtigen Beitrag zur Vermeidung von rohstoffbedingten Qualitätsproblemen bei Käse.
2. Der aktuelle Forschungsbedarf zur Förderung der Qualität von Schweizer Käse wird in Zusammenarbeit mit den Sortenorganisationen laufend erhoben. Durch die Realisation gezielter Forschungsarbeiten leistet Agroscope einen wichtigen Beitrag zur internationalen Qualitätsführerschaft von Schweizer Käse.
3. Mittels sortenspezifischer Studien werden die Qualitätsmerkmale der traditionellen Schweizer Käsesorten sensorisch und analytisch erfasst. Basierend auf solchen Studien werden der Praxis Referenzwerte zur Lenkung der Käsequalität zur Verfügung gestellt.
4. Agroscope vermittelt durch technische Beratung, Gutachten, Vorträge, Aus- und Weiterbildungskurse das aktuell verfügbare Wissen bezüglich Qualität von Milch und Käse an die Praxis und leistet damit einen wichtigen Beitrag zur Förderung der Qualität von Schweizer Käse. Die Praxis setzt die aktuellen Forschungsergebnisse von Agroscope um.
5. Die Einführung neuer Kulturen von Agroscope in der Praxis wird in enger Zusammenarbeit mit den Sortenorganisationen und den milchwirtschaftlichen Beratungsorganisationen durchgeführt.
6. Das Wissen zur Bedeutung von Käse in der menschlichen Ernährung wird vertieft. Ernährungsbezogene Aussagen und sortenspezifische Angaben zum Nährwert von Käse sind wissenschaftlich dokumentiert und werden stufengerecht an Praxis, Handel und Konsumenten vermittelt.

7. Integrale Forschungsarbeiten (Farm to Fork) dienen dazu, die Qualität und die Wettbewerbsfähigkeit von CH-Käse zu stärken.
8. Agroscope erarbeitet Entscheidungsgrundlagen für die Bundesbehörden

2.3 Literaturangaben

- Fröhlich-Wyder M.T., Guggisberg D., Badertscher R., Wechsler D., Wittwer A., Irmeler S., 2013. The effect of *Lactobacillus buchneri* and *L. parabuchneri* on the eye formation of semi-hard cheese. *Int. Dairy J.*, in press, doi: 10.1016/j.idairyj.2013.03.004.
- Schuetz P., Guggisberg D., Jerjen I., Fröhlich-Wyder M.T., Hofmann J., Wechsler D., Flisch A., Bisig W., Sennhauser U., Bachmann H.-P., 2013. Quantitative comparison of the eye formation in cheese using radiography and computed tomography data, *Int. Dairy J.*, 31 (2), 150-155.
- Guggisberg D., Fröhlich-Wyder M.T., Irmeler S., Greco M., Wechsler D., Schuetz P., 2013. Eye formation in semi-hard cheese: X-ray computed tomography as a non-invasive tool for assessing the influence of adjunct lactic acid bacteria. *Dairy Sci. & Technol.* 93 (2), 135–149.
- Walther B., Mühlemann M., Arias-Roth E., Wechsler D., Zehntner U., Guggenbühl B., 2013. Cheese: Health aspects and microbiological risks. In: *Cheese Ripening: Quality, Safety and Health Aspects* (Eds. C. L. Randazzo, C. Caggia, E. Neviani). Nova Science Publishers, Hauppauge, NY, USA , 195-214.
- Jakob E., Goy D., Haldemann J. Badertscher R., 2013. Vergleich von Melkstand und Melkroboter hinsichtlich der Milchqualität. In: 4. Tänniker Melktechniktagung - Automatisierung rund ums Melken (Eds. P. Savary, M. Schick). Agroscope Tänikon, Ettenhausen, Schweiz, 11-15.
- Jakob E., Hummerjohann J., Mühlemann M., 2012. Pathogene *E. coli* - eine ernst zu nehmende Gefahr im Käse? *ALP forum* (91), 1-16.
- Amrein R., Wyss U., Flüeler O., 2012. Einfluss neuer Fütterungstechniken auf die Milchqualität für die Rohmilch-Käse-Fabrikation. *ALP forum* (95), 1-16.
- Wechsler D., Winkler H., Guggisberg D., 2012. Vergleich der Eigenschaften von Appenzeller mit gutem und ungenügendem Teig. *ALP forum*. (93), 1-20.
- 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 Sci. & Technol.* 91 (4), 471-489.
- Bisig, W., Fröhlich-Wyder, M. T., Jakob, E., Wechsler, D., 2010. Comparison between Emmentaler PDO and generic emmental cheese production in Europe. *Australian Journal of Dairy Technology* 65 (3), 206-213.
- Fröhlich-Wyder, M. T., Guggisberg, D., Wechsler, D., 2009. Influence of low calcium and low pH on melting characteristics of model Raclette cheese. *Dairy Sci. & Technol.* 89 (5), 463-483.
- Casey, M. G., Isolini, D., Amrein, R., Wechsler, D., Berthoud, H., 2008. Naturally occurring genetic markers in lactobacilli and their use to verify the authenticity of Swiss Emmentaler PDO cheese. *Dairy Sci. & Technol.* 88 (4-5), 457-466.
- Fröhlich-Wyder, M. T., Bütikofer, U., Guggisberg, D., Wechsler, D., 2007. Calcium in Raclette cheese: importance of pH value and complexing. *Agrarforschung* 14 (2), 56-61.
- Jakob, E., Badertscher, R., Bütikofer, U., 2007. Composition of Bernese alpine cheese ("Berner Alp-kase") and Bernese planing cheese ("Berner Hobelkase"). *Agrarforschung* 14 (3), 96-101.
- Casey, M. G., Häni, J. P., Gruskovnjak, J., Schaeren, W., Wechsler, D., 2006. Characterisation of the non-starter lactic acid bacteria (NSLAB) of Gruyere PDO cheese. *Lait* 86 (6), 407-414.

2.4 Daten und Methoden

Für die im Rahmen des Arbeitsprogramms 2014-17 vorgesehenen Arbeiten werden folgende Daten und Methoden benötigt:

Ermittlung der Ursachen von Lochbildungsfehlern in Käse und allenfalls weiterer Fehler

- Pilot-Plant Versuche
- Studien in ausgewählten Praxisbetrieben
- Radiologische Methoden: Röntgenanalyse und Computertomographie (CT)
- Chemische und biochemische Analysen
- Mikrobiologische Analysen (extern)
- Quantitative Erfassung der Gasbildung in Käse (System abiotec)

Nachweis von käseschädlichen Keimen, Enzymen und deren Produkte in Rohmilch

- Entwicklung und Anwendung von Selektivmedien zur Anreicherung oder quantitativen Bestimmung von Schadkeimen (z.B. aminbildenden Keime, Propionibakterien, Clostridien)
- Vergleich der sequenzierten Genome mittels Bioinformatik
- Entwicklung von molekularbiologischen Methoden für den Nachweis von Schadkeimen
- Entwicklung von Methoden zur Genotypisierung von Schadkeimen
- Entwicklung von chemischen und biochemischen Methoden zur Bestimmung von Gär- und Abbauprodukten in Milch und Käse
- Optimierung bestehender Methoden
- Unterstützung externer Laboratorien bei der Anwendung der entwickelten Methoden
- Durchführung spezieller Analysen zur Abklärung von Schadenfällen
- Validierung von Methoden
- Durchführung und statistische Auswertung von Ringversuchen
- Definition von Toleranzwerten für Käsereimilch

Reduktion des Gehaltes an biogenen Aminen in Käse

- Dünnschichtchromatographischer Nachweis von biogenen Aminen
- Vollgenomsequenzierung von Isolaten von aminbildenden Keimen
- Daten zur Prävalenz von Kontaminationen mit aminbildenden Keimen in Rohmilch
- Pilot-Plant Versuche mit aminbildenden Keimen (Challenge Studien)
- Praxiserhebungen und Studien in ausgewählten Praxisbetrieben
- Referenzdaten für Praxisberatung & Wissenstransfer

Praxisberatung & Wissenstransfer:

- Studien zur Charakterisierung von traditionellen Schweizer Sortenkäsen (→ Erstellen von Referenzdaten für die Beratung)
- Käsespezifische Abklärungen (Expertisen)
- Chemische und biochemische Analytik zur Abklärung von Qualitätsfehlern (Gutachtertätigkeit)
- Bereitstellung von nährwertspezifischen Informationen zu Milchprodukten
- Durchführung von Weiterbildungskursen und Workshops
- Erstellen von praxisorientierten Publikationen

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

- Artikel in peer reviewed Zeitschriften
- Artikel in praxisorientierten Zeitschriften
- Vorträge und Posters in wissenschaftlichen Kongressen sowie für die Fachbranche
- Berichte im Rahmen der Planung des ILM (Jahresberichte, Halbjahresberichte)
- Agroscope transfer praxis für die regionalen Käserdiskussionsgruppen

3.2 Kunden

- Sortenorganisationen
- Regionale Beratungsplattformen (ARQHA, BAMOS, CASEi, LaBeCo, Beratungsgemeinschaft Planthof-Strickhof, Landw. Beratungen der Kantone TI und VS)
- gewerbliche Käsereien (FROMARTE)
- industrielle Käsereien
- Käsehandel (Affineure)
- Milchproduzenten (SMP)
- Fachhochschulen, milchwirtschaftliche Schulen
- Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV) und kantonale Behörden des Lebensmittelvollzugs
- Bundesamt für Landwirtschaft (BLW)
- Milchwirtschaftliche und Alpwirtschaftliche Verbände (SMV, SAV)

3.3 Nutzen

- Erwarteter Nutzen für die Käsebranche:
 - Fachliche Unterstützung der regionalen milchwirtschaftlichen Beratungsdienste
 - Reduktion von Fehlerkosten durch die Behebung von Qualitätsproblemen dank kompetenter Beratung und branchenspezifischer Dienstleistungsanalytik
 - laufende Überprüfung und Optimierung der Sicherheit und Qualität von Schweizer Sortenkäse
 - Verbesserung der Rückverfolgbarkeit und des Schutzes von Schweizer Sortenkäsen
 - Optimierung der Wertschöpfung von Schweizer Käse
 - Förderung des Know-hows von Fachkräften in der Käsebranche
 - Unterstützung bei der Früherkennung von Problemen und Marktrisiken
- Erwarteter Nutzen für Bund und Behörden:
 - Unterstützung des Vollzugs mit Handlungs- und Erkenntniswissen von Agroscope
 - Ausarbeitung von Entscheidungsgrundlagen
 - Fachlich fundierte Stellungnahmen bei Ämterkonsultationen
 - Erhaltung von Arbeitsplätzen und der Wertschöpfung in ländlichen Gebieten
- Anwendungspotential:
 - Die Branche wendet das erarbeitete Handlungs- und Erkenntniswissen zur Verbesserung der Käsequalität bzw. zur Vermeidung von Qualitätsfehlern in der Praxis an
 - Technologische Fortschritte zur Verbesserung der Käsequalität werden in der Praxis genutzt
 - Neue Methoden zur Überprüfung und Lenkung der Rohmilchqualität werden von der Praxis übernommen

3.4 Impact

- Die Qualitätsführerschaft von Schweizer Premiumkäse ist international anerkannt
- Die Kompetenzen von Agroscope im Bereich Rohmilchkäse werden national und international nachgefragt
- Medien nehmen Erkenntnisse von Agroscope auf und konsultieren Mitarbeitende als anerkannte und neutrale Expertinnen und Experten für Fragen im Zusammenhang mit der Qualität und Sicherheit von Käse
- Praxis und Fachleute fragen die von der Forschungsgruppe Käsequalität und Authentizität erarbeiteten Erkenntnisse nach



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.32.2.1

Kulturen, Biodiversität und Terroir

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Kulturen, Biodiversität und Terroir
Titel Originalsprache kurz	Kulturen
Titel englisch	Cultures, biodiversity and terroir
Title english short	Cultures
Titel französisch	Cultures, biodiversité et terroir
Titre français, court	Cultures
LeiterIn Tätigkeitsfeld	FGL Co-Leitung B.Guggenbühl, M.Chollet
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	B. Guggenbühl, M. Chollet
Keywords	Production of cultures, strain collection, starter cultures, adjunct cultures, protective cultures, proof of origin, lactic acid bacteria, metabolism, biotechnology, development of cultures
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	14.4: Kulturen

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Am Agroscope Standort Liebefeld werden seit mehr als hundert Jahren erfolgreich Bakterienkulturen für die traditionellen Schweizer Hart- und Halbhartkäse entwickelt und produziert. Agroscope leistet damit einen wichtigen Beitrag zur Qualität, Sicherheit, Natürlichkeit und Authentizität dieser Produkte. Da diese Kulturen ausschliesslich in der Schweiz angeboten werden, ergibt sich daraus ein wichtiger Wettbewerbsvorteil für die Branche.

Im AP14/17 werden die Forschungsaktivitäten rund um die Entwicklung und Produktion von Bakterienkulturen für die Herstellung von fermentierten Lebensmitteln weiter geführt. Die Kulturenproduktion wird als separate Kostenstelle in Form eines Innenauftrages geführt und arbeitet kostendeckend aber nicht gewinnorientiert. Mit der angestrebten Zertifizierung der Kulturenproduktion nach FSSC 22'000 wird dem Kundenbedürfnis, nach anerkannten Qualitätsrichtlinien produzierte Kulturen zur Verfügung zu haben, Rechnung getragen. Ein weiterer wichtiger Aspekt im AP14/17 ist die Optimierung und der

Ausbau des Kultursortiments, um den Verkauf von aktuell rund 90'000 Kultureneinheiten sicher zu stellen resp. steigern zu können. Dabei gilt es, die vor allem bei innovativen Nischenprodukten liegende Kernkompetenz der Agroscope Kulturenproduktion gezielt zu nutzen.

Die Schwerpunkte der Kulturenentwicklung liegen bei der Pflege und Sortimentserweiterung von **Starterkulturen für traditionelle Käsesorten**, bei der Fortführung der Aktivitäten im Bereich von **Herkunfts-nachweiskulturen**, **Schutzkulturen** gegen Listerien und Clostridien und bei Kulturen, mit welchen das **Aroma** von fermentierten Produkten gezielt beeinflusst werden kann. Diese Kulturen sollen die Qualität und Sicherheit der Produkte erhöhen sowie wirtschaftliche Schäden für die Branche minimieren. Grundlage für sämtliche Entwicklungsarbeiten bildet die **Stammsammlung** von Agroscope mit ihren mehr als 10'000 aus der Schweiz stammenden Isolaten. Diese ursprüngliche Biodiversität bildet eine einzigartige Grundlage für die Entwicklung von neuen Kulturen. Dementsprechend nimmt die Pflege und aktive Bewirtschaftung einen wichtigen Stellenwert der Aktivitäten ein. Im Vordergrund des AP14/17 steht die Gesamtgenomsequenzierung von rund 4000 ausgewählten Stämmen aus der Stammsammlung. Die Daten werden genutzt, um gezielt nach erwünschten/unerwünschten Eigenschaften zu suchen und Stoffwechselaktivitäten voraussagen zu können, mit dem Ziel die Entwicklungszeit für Kulturen gegenüber heute massiv verkürzen zu können.

Im kommenden Arbeitsprogramm sollen insbesondere auch die innerhalb des neuen Institut ILM entstehenden Synergien genutzt und die Entwicklung von **Kulturen für pflanzliche Produkte / Wein** sowie Kulturen mit besonderen erwünschten **ernährungsphysiologischen Eigenschaften** angegangen werden.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Die Entwicklung und Produktion von Bakterienkulturen für die Herstellung von fermentierten Lebensmitteln, insbesondere von Käse und anderen Milchprodukten, hat bei Agroscope eine bereits über 100-jährige Tradition. So werden in Liebefeld Starterkulturen für die Herstellung der Schweizer Traditionskäsesorten wie Emmentaler AOC, Gruyère AOC, Sbrinz AOC, Appenzeller, Berner Alp- und Hobelkäse etc. produziert.

Da Bakterienkulturen bei der Herstellung dieser Produkte eine Schlüsselrolle einnehmen, hat die Optimierung und Produktion des aktuellen Kultursortiments sowie die Entwicklung neuer, auf spezifische Kundenbedürfnisse angepasster Agroscope Kulturen für die schweizerische Milchwirtschaft einen hohen Stellenwert.

Basis für sämtliche Kulturen-Entwicklungsarbeiten bildet die einzigartige Agroscope Stammsammlung mit ihren mehr als 10'000 über eine Zeitspanne von beinahe hundert Jahren gesammelten Isolaten. Sämtliche Stämme, welche für die Kulturen von Agroscope eingesetzt werden, stammen aus der in der Schweiz vorhandenen ursprünglichen Biodiversität an Gärungsorganismen. Die Natürlichkeit dieser Kulturen (grösstenteils in Bio-Qualität) und deren Einfluss auf die Produktqualität sind seit Jahrzehnten wichtige Elemente der erfolgreichen Differenzierung insbesondere von Schweizer Käse gegenüber der ausländischen Konkurrenz.

Das Finden von geeigneten Stämmen für die Entwicklung von neuen Kulturen mit spezifischen Eigenschaften war bis jetzt mit sehr zeitintensiven Screenings von vielen Stämmen verbunden. Die enormen technischen Fortschritte in der Sequenzierungstechnologie haben die Grundlage für eine rasche und kostengünstige Sequenzierung des Gesamtgenoms von Bakterien geschaffen. Basierend auf diesen Genomdaten kann gezielt nach Genstrukturen gesucht werden, welche für erwünschte resp. unerwünschte Eigenschaften codieren. Zudem können Voraussagen zur metabolischen Aktivität von einzelnen Stämmen gemacht werden, wodurch insbesondere der Zeitaufwand für das Screening von geeigneten Stämmen massiv reduziert und damit die Entwicklungszeit einer Kultur deutlich verkürzt werden kann. Im Vordergrund der Bewirtschaftung der Stammsammlung im AP 14/17 steht deshalb die Sequenzierung von einem bedeutenden Teil der Stammsammlung, um die neu-gewonnene genomische Informationen mit phänotypischen Eigenschaften korrelieren zu können.

Eine wichtige Grundlage für die Planung des AP14/17 ist das von der GL im Jahre 2006 genehmigte Konzept „Kulturen ALP für fermentierte Milchprodukte“, welches alle 2 Jahre überarbeitet und an die aktuellen Kundenbedürfnisse angepasst wird. Ein zentraler Punkt dieses Konzepts ist das Ziel, neben flüssigen Kulturen auch Kulturen in lyophilisierter Form anbieten zu können. Die Arbeiten im Bereich der Optimierung der Biomassegewinnung und Konservierung (Lyophilisation) von mesophilen und thermophilen Bakterien laufen entsprechend im AP14/17 weiter.

Ein weiterer Schwerpunkt der Kulturenentwicklung im neuen AP wird die Entwicklung einer neuen Generation von exklusiven Herkunftsnachweiskulturen sein, um die Authentizität der Käse zu unterstreichen und die Konsumentinnen und Konsumenten von Schweizer Käse vor Täuschung zu schützen.

Listerien und Clostridien, zwei Gruppen von unerwünschten Keimen (Krankheitserreger resp. Verderbniserreger), führen zu hohen Verlusten in der Käsebranche. Zur Erhöhung der Lebensmittelsicherheit und Verbesserung der Käsequalität wird weiter an der Entwicklung von Anti-Listerien bzw. Anti-Clostridien Schutzkulturen gearbeitet.

Da Konsumentinnen und Konsumenten beim Kauf von Lebensmitteln vermehrt auf natürliche Zutaten achten, sind Aromastoffe, die durch Bakterien natürlich produziert werden, besonders interessant. Die Erforschung der bakteriellen Stoffwechselwege von verschiedenen Bakterienarten wird weiter geführt, mit dem Ziel, die Aromabildung im Käse besser zu verstehen und entsprechend zu steuern, um massgeschneiderte „Aromakulturen“ entwickeln zu können.

Bakterien beeinflussen nicht nur die sensorischen Eigenschaften eines Lebensmittels, sondern können auch bioaktive Substanzen produzieren, die einen positiven Effekt auf die Ernährung des Menschen zeigen. In Zusammenarbeit mit den Forschungsgruppen „Qualität der Molkerei und Fleischprodukte“ und „Funktionelle Ernährungsbiologie“ wird das Potential ausgewählter Stämme untersucht, ernährungsphysiologisch interessante Stoffe produzieren zu können. Diese Stämme können der Lebensmittelbranche bei Bedarf für die Entwicklung und Produktion von fermentierten Lebensmitteln mit besonderen Ernährungseigenschaften in Lizenz zur Verfügung gestellt werden.

Bereits in den letzten drei Arbeitsprogrammen war es ein wichtiges Ziel, das Kulturen-Sortiment zu erweitern, um neue Absatzkanäle zu finden, und der wegen dem Strukturwandel rückläufigen Nachfrage nach Käse-Kulturen entgegenzuwirken. Es wurden zum Beispiel Starterkulturen für Fleischprodukte entwickelt. Im kommenden Arbeitsprogramm, sollen die im neuen Institut ILM entstehenden Synergien gezielt genutzt werden, um die Entwicklung von Kulturen für pflanzliche Produkte oder/und Wein anzugehen.

2.2 Ziele

Ziel 1: Agroscope Kulturenproduktion

- Die Agroscope Kulturenproduktion am Standort Liebefeld arbeitet gemäss Zielvorgaben und ist selbsttragend

Ziel 2: Agroscope Stammsammlung Liebefeld

- Die Agroscope Stammsammlung wird gepflegt und bei Bedarf ergänzt. Die Stämme werden systematisch charakterisiert und deren Eigenschaften untersucht, z.B. mittels Gesamtgenomsequenzierung

Ziel 3: Kulturen Entwicklung

Das Kultursortiment wird erweitert:

- 3.1 Entwicklung von Starterkulturen für die Herstellung der traditionellen Schweizer Käsesorten (flüssig oder konserviert)
- 3.2 Entwicklung von Herkunftsnachweiskulturen (AOC und andere)
- 3.3 Entwicklung von Schutzkulturen (anti-Listerien bzw. anti-Clostridien Kulturen)
- 3.4 Entwicklung von Kulturen für eine gezielte Beeinflussung des Aromas von fermentierten Lebensmitteln
- 3.5 Entwicklung von Kulturen zur Optimierung von ernährungsphysiologischen Eigenschaften von fermentierten Lebensmitteln (z.B. Vit K)

- 3.6 Entwicklung von Kulturen für weitere fermentierte Lebensmittel (z.B. Pflanzliche Lebensmittel und/oder Wein)

2.3 Literaturangaben

Peerreviewed Publikationen

- 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(4), 1309-1315
- Amato, L.; Ritschard, J., Kurtz, O., Arias-Roth, E., Lacroix, C., Schuppler, M., Meile L., 2012. Microbial composition of defect smear - a problem evolving during foil-prepacked storage of red-smear cheeses. *International Dairy Journal*, Volume 27, Issues 1–2, Pages 77-85
- Marty, E., Salzmann, M., Brügger, Y., Breme, K., Eugster-Meier, E., Lacroix C., Meile, L., 2012. *Lactobacillus plantarum* combined with coagulase-negative *Staphylococcus* starter strains for meat fermentations: growth kinetics of strain combinations. *Meat Science* (submitted, April 2012)
- Marty, E., Buchs, J., Eugster-Meier, E., Lacroix, C., Meile, L., 2012. Identification of staphylococci and dominant lactic acid bacteria in spontaneously fermented Swiss meat products using PCR-RFLP. *Food Microbiology*, Volume 29, Issue 2, Pages 157-166
- Roth, E., Miescher Schwenninger, SM., 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 (1): 26-32
- Bachmann, H.P., Eugster, E., Guggenbühl, B., Schär H., 2011. Weltmeisterliche Kulturen. *Agrarforschung Schweiz* 2 (11-12): 534 - 541

Publikationen in nicht peer reviewed Zeitschriften, Buchkapitel etc.

- Eugster E., 2013. Schweiz: Keine Nachsicht mehr mit Emmentaler-Fälschern. *dmz* 2/2013
- Eugster E., 2013. Flore autochtone dans les fromages, l'expérience Suisse. *SIR Info*, n°34
- Zehntner, U., Guggenbühl, B., 2012. Probiotika und Health Claims : Ein lösbares Dilemma? *Probiotika und Health Claims : Ein lösbares Dilemma?*
- Eugster, E., Wechsler, D., Jakob, E., 2012. *Cheese technologie*.
<http://onlinelibrary.wiley.com/book/10.1002/14356007>
- Eugster E., von Ah, U., Berthoud, H., 2012. Entwicklung und Einsatz von Herkunftsnachweiskulturen zum Schutz vor Käseimitaten. *DMW, die Milchwirtschaft* 12/2012 (3 Jg.), Seite 452 – 455
- Zehntner, U., 2012. Mikroorganismen erobern unseren Darm und unsere Haut zurück - zum Vorteil des Menschen. *SZE* 1/12
- Zehntner, U., Wehrmüller, K., Guggenbühl, B., 2011. Health Claims-Verordnungen und Probiotika - Ein Vergleich der aktuellen gesetzlichen Bestimmungen in Japan, USA, EU und der Schweiz. *ALPscience* Nr 539

2.4 Daten und Methoden

Kulturenproduktion

- Produktion von Agroscope Kulturen
- Optimierung des Sortiments nach Wirtschaftlichkeit
- Qualitätssicherung und Zertifizierung nach FSSC 22'000

Agroscope Stammsammlung

- Pflege der Datenbank, z.B. Sicherstellen der optimalen Konservierung und Reaktivierung der Stämme und Anzucht von Stämmen für Forschungsarbeiten
- Erarbeitung einer Sequenzierpipeline und schrittweise Sequenzierung der aktuellen Sammlung
- Zusammenführung der Datenbanken von den Agroscope-Standorten ILM

- Phagenarbeiten im Rahmen einer Qualitätssicherung bei der Entwicklung von neuen Kulturen

Entwicklung von neuen Kulturen

- Screening von ausgewählten Stämmen mit erwünschten spezifischen Eigenschaften, soweit als möglich basierend auf genomischen Informationen, inkl. Entwicklung von molekularbiologischen Nachweismethoden und in vitro Charakterisierung der Stämme sowie Methodenentwicklung für spezifische Aromakomponenten
- Optimierung des Herstellungsprozesses inkl. Lyophilisationsprozess und Lagertests im Labor-massstab und Up-scaling
- Austesten der Kulturen in Pilotplant- und Praxisversuchen in Zusammenarbeit mit den Tätigkeitsfeldern „Käsequalität u. Authentizität“ und „Qualität von Molkerei und Fleischprodukte“

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

- Artikel in peer reviewed Zeitschriften
- Artikel in praxisorientierten Zeitschriften
- Vorträge und Posters in wissenschaftlichen Kongressen sowie für die Fachbranche
- Berichte im Rahmen der Planung des ILM (Jahresberichte, Halbjahresberichte)
- Projekt-Reportings (KTI Projekte, weitere fremdfinanzierten Projekte)
- Protokolle der Besprechungen mit den Kunden/Auftraggebenden
- Unterricht an Hochschulen

3.2 Kunden

- Milchverarbeitende Industrie und Gewerbe der Schweiz, insbesondere Käsebranche
- Lebensmittelindustrie für fermentierte Produkte (inkl. Wein bei Bedarf)
- Verbände und Organisationen der Lebensmittelbranche
- Fachhochschulen

3.3 Nutzen

Fachhochschule:

- Fachwissen im Bereich von Fermentationsorganismen wird weitergegeben (Lektionen an Hochschulen)

Lebensmittelverarbeitende KMU, Lebensmittelindustrie, Verbände und Organisationen der Lebensmittelbranche:

- Erkenntniswissen: Erkenntnisse über die Eigenschaften von Stämmen aus der Stammsammlung von Agroscope führen zur Entwicklung von spezifischen Kulturen, die eine hohe Qualität und Sicherheit fermentierter Produkte gewährleisten (verbesserte Säuerungseigenschaften, Lochbildungseigenschaften, Aromabildung, Ernährungsphysiologische Eigenschaften etc.).
- Handlungswissen: Dank der Entwicklung von neuen Kulturen stehen der Lebensmittelverarbeitende Branche in der Schweiz qualitativ hochstehende Kulturen in flüssiger und konservierter Form zur Verfügung.
- Handlungswissen: Dank Kulturen von Agroscope kann die Herkunft fermentierter Produkte mit geschützter Bezeichnung gesichert nachgewiesen werden und der Konsument wird vor Täuschung geschützt.

- Handlungswissen: Dank Kulturen von Agroscope kann das Listerien- sowie Clostridienwachstum in Käse besser gehemmt werden und damit verbunden der wirtschaftliche Schaden für die Branche reduziert werden.
- Handlungswissen: Dank Kulturen von Agroscope werden fermentierte Produkte mit erwünschten organoleptischen Eigenschaften (Aromen) produziert und eine nachgewiesene Differenzierung zu ausländischen Produkten erreicht.
- Handlungswissen: Dank Stämmen aus der Stammsammlung von Agroscope können fermentierte Lebensmittel mit optimierten ernährungsphysiologischen Eigenschaften produziert werden.
- Handlungswissen: Dank Agroscope Kulturen-Know-How werden Exklusiv-Kulturen für die Lebensmittelindustrie entwickelt.

Branche und Konsumenten:

- Erkenntniswissen: Charakterisierung der Stämme aus der Stammsammlung sowie Erkenntnisse zur Interaktion der Kulturen mit der Rohmilchflora führen zu einem breiteren Einsatz von diversen Stämmen und tragen zur Erhaltung der Biodiversität bei.

3.4 Impact

- Kompetenz und wissenschaftliche Expertise im Bereich von Kulturen für Rohmilchkäse sowie Aromanalytik werden national und international nachgefragt.
- Die Praxis nimmt Erkenntnisse von Agroscope auf und konsultiert Mitarbeitende als anerkannte und neutrale Expertinnen und Experten für Fragen betreffend Kulturen für fermentierte (Milch-)Produkte.
- Praxis und Fachleute fragen die erarbeiteten Erkenntnisse im Bereich von neuen Kulturen nach.
- Der Anteil an fermentierten Landwirtschaftserzeugnissen, die mit Kulturen von Agroscope fermentiert werden, steigt an.



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.32.3.1

Qualität von Molkerei- und Fleischprodukten

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Qualität von Molkerei- und Fleischprodukten
Titel Originalsprache kurz	Molkerei- und Fleischprodukte
Titel französisch	Qualité des produits laitiers et carnés
Titel französisch kurz	Produits laitiers et carnés
Titel englisch	Quality of Dairy and Meat Products
Title english short	Dairy and Meat Products
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Helena Stoffers
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Pius Eberhard
Keywords	Meat products, dairy products, quality, flavour, nutritional value, consumer science, sustainability, food waste
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	14.2: Lebensmittelqualität

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Das Tätigkeitsfeld „Qualität von Molkerei- und Fleischprodukten“ unterstützt die Molkerei- und Fleischbranche mit praxisorientierter Forschung für die Herstellung von ernährungsphysiologisch und sensorisch hochstehenden Produkten. Es werden Empfehlungen für die Optimierung der ernährungsphysiologischen Zusammensetzung tierischer Produkte ausgearbeitet und Massnahmen für eine hohe Lagerstabilität der Produkte abgegeben. Die Erfassung von Ernährungswissen und Konsumverhalten der Bevölkerung trägt dazu bei Strategien zu entwickeln um den Stellenwert von Milch- und Fleischprodukten in einer ausgewogenen Ernährung insbesondere bei älteren Personen zu verbessern. Die erhobenen Daten sollen zudem den Wissenstransfer hin zu den Konsumenten verbessern und damit eine gesunde Lebensmittelwahl fördern. Die Bearbeitung von Fragestellungen in den Bereichen Nachhaltigkeit und „food waste“ soll zur Optimierung von Prozessabläufen in Industrie und Handel führen und einen Beitrag zum Klimaschutz leisten.

Das Tätigkeitsfeld Qualität von Molkerei- und Fleischprodukten leistet Beiträge für die thematischen Schwerpunkte „Qualitativ hochwertige und sichere Lebensmittel für eine gesunde Ernährung“ und „Beitrag der Land- und Ernährungswirtschaft zum Klimaschutz und Anpassung der Land- und Ernährungswirtschaft an den Klimawandel“. Die Forschungsarbeiten unterstützen die Milch- und Fleischbranche bei der Erfüllung von Anforderungen verschiedener Stakeholder sowie der Umsetzung von Erkenntnissen für die Herstellung von qualitativ hochwertigen Lebensmitteln.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Eine hohe sensorische und ernährungsphysiologische Qualität von Molkerei- und Fleischprodukten trägt dazu bei, den Stellenwert von tierischen Lebensmitteln in einer ausgewogenen und gesunden Ernährung zu stärken. Dabei müssen immer mehr Anforderungen, welche von Behörden, Organisationen, aber auch von Konsumenten gestellt werden, berücksichtigt werden. Verschiedene verarbeitete Milch- und Fleischprodukte enthalten viel Salz, Zucker oder Fett und werden dementsprechend in Frage gestellt. Eine Reduktion dieser Inhaltsstoffe hat jedoch nicht nur ernährungsphysiologische Konsequenzen, sondern beeinflusst auch die Herstellungstechnologie sowie sensorische Eigenschaften. Die Umsetzung vieler dieser Anforderungen und die Optimierung der Zusammensetzung tierischer Lebensmittel hinsichtlich einer gesunden Ernährung benötigen daher vertiefte Abklärungen, welche die meisten Verarbeitungsbetriebe nicht selber durchführen können.

Auch nach der Lagerung sollen die sensorische und ernährungsphysiologische Qualität eines Produktes sowie seine technologischen Eigenschaften einwandfrei sein. Verschiedene chemisch-physikalische, resp. biochemische Prozesse, wie Oxidation oder Sedimentation sollen vermieden werden, da längere Haltbarkeitsfristen oder vereinfachte Lagerungsbedingungen von den Abnehmern erwartet werden.

Die Auswahlkriterien beim Kauf von Lebensmitteln werden immer vielfältiger. Nicht nur sensorische Eigenschaften sondern auch ernährungsphysiologische Qualität sind für den Konsumenten entscheidend. Daher ist wichtig, das Wissen, respektive die Wissenslücken rund um die Ernährung, die Bedürfnisse der verschiedenen Zielgruppen sowie deren Verhalten (Konsumentenverhalten) bei der Wahl von Lebensmitteln genauer zu kennen. Auch Fragen rund um die Nachhaltigkeit und „food waste“ sind zunehmend wichtige Kaufkriterien. Studien zur Nachhaltigkeit und Lebensmittelverlusten tragen dazu bei, Prozessabläufe in Industrie und Handel zu verbessern. Die erarbeiteten Daten fließen in die Entwicklung von zukünftigen Produktkonzepten ein und sollen den Absatz von tierischen Produkten langfristig unterstützen.

2.2 Ziele

- **Ziel 1: Ernährungsphysiologische Optimierung der Zusammensetzung von Produkten:** Die Praxis verfügt über das Knowhow, um Milch- und Fleischprodukte bezüglich Rezeptur und Technologie zu verbessern, damit die Zusammensetzung den Empfehlungen der Lebensmittel-Pyramide besser entspricht und die ernährungsphysiologischen Eigenschaften optimiert sind.
- **Ziel 2: Sensorische und ernährungsphysiologische Veränderungen während der Lagerung:** Ausgewählte Mechanismen, welche zu sensorischen und ernährungsphysiologischen Veränderungen während der Lagerung von Milch- und Fleischprodukten führen, sind erfasst und Massnahmen zur Optimierung der sensorischen und ernährungsphysiologischen Qualität zusammen mit der Praxis entwickelt und umgesetzt.
- **Ziel 3: Konsumentenverhalten und Nachhaltigkeit:** Das Konsumentenwissen über tierische Lebensmittel sowie das Wahlverhalten gegenüber solchen Produkten sind bekannt und zeigen auf, was erfüllt sein muss, damit die Konsumenten eine

gesunde Wahl treffen können. Bei Fragen rund um die Nachhaltigkeit und Food Waste wird verarbeitungsspezifisches Wissen zur Verfügung gestellt und Prozesse zur nachhaltigen Nutzung von Ressourcen sind entwickelt.

- Ziel 4: **Wissenstransfer:** Das Wissen bezüglich Technologie, Sicherheit, Nährwert, Qualität, Konsumverhalten und Nachhaltigkeit von Milch- und Fleischprodukten wird den verschiedenen Interessengruppen sowie Studierenden vermittelt. Der nationale und internationale Austausch mit anderen Forschungsgruppen ist gewährleistet. Die Milch- und Fleischbranche wird über praxisrelevante Themen aus der internationalen Wissenschaft informiert. Einerseits wird die Weitergabe von praxisrelevanten Informationen der International Dairy Federation IDF an die Milchbranche sichergestellt, andererseits werden die Interessen der Schweizer Branche in deren Gremien eingebracht.

2.3 Literaturangaben

- Chollet M., Gille D., Schmid A., Walther B., Piccinali P., 2013. Acceptance of sugar reduction in flavoured yoghurt, *Journal of Dairy Science (in press corrected proof)*
- Schmid A., 2011. The Role of Meat Fat in the Human Diet. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* (51), 50-66
- Guggisberg D., Piccinali P., Schreier K., 2001. Effects of sugar substitution with Palatinose or Actilight together with Stevia on rheological and sensory characteristics of low-fat and whole milk set yoghurt. *International Dairy Journal* (21), 636-644
- Collomb M., Bisig W., Bütikofer U., Sieber R., Bregy M., Etter L., 2008. Fatty acid composition of mountain milk from Switzerland, comparison of organic and integrated farming systems. *International Dairy Journal* (18), 976-982
- Walther B., Risse M. C., Buetikofer U., Bolanz K., Schwander F., Chollet M., Portmann R. Determination of Vitamin D in Cow's milk and dairy products of Swiss Origin *Journal of Food Composition and Analysis* (Submitted)
- Schmid A., Walther B., 2013. Natural vitamin D content in animal products, *Advances in Nutrition* (4), 453-462
- Schmid A., Ampuero S., Bütikofer U., Scherrer D., Badertscher R., Hadorn R., 2009. Nutrient composition of Swiss cooked sausages, *Fleischwirtschaft International* (6), 61-64
- Schmid A., 2010. Bioactive substances in meat and meatproducts., *Fleischwirtschaft International* (2), 127-133
- Kopf-Bolanz K., Schwander F., Gijs M., Vergères G., Portmann R., Egger L. 2012. Validation of an in vitro digestive system for studying macronutrient decomposition in humans. *Journal of Nutrition* (142), 245-250
- Mallia S., 2008. Oxidative stability and aroma of UFA/CLA (unsaturated fatty acids/conjugate linoleic acid) enriched butter. Diss. ETH No. 18020, Eidgenössische Technische Hochschule, Zürich
- Mallia S., Escher F., Dubois S., Schieberle P., Schlichtherle-Cerny H., 2009. Characterization and Quantification of Odor-Active Compounds in Unsaturated Fatty Acid/Conjugated linoleic Acid (UFA/CLA)-enriched Butter during Storage and Induced Oxidation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57 (16), 7464-7472
- Stoffers-Kneubühler H., Eberhard P., Brügger Y.-A., Beutler E., Breme K., Piccinali P., 2012. Impact of Salt Reduction in Salami on Liking. 5th European Conference on Sensory and Consumer Research. Berne, 9-12 September 1-1.
- Stoffers H., Piccinali P., Brügger Y.-A., Breme K., Guggisberg D., 2012. Chemiluminescence method to detect lipid oxidation in milk and cream powder. 10th Eurofedlipid Congress, Cracow, Poland
- Stoffers H., Vaihinger M, Hengartner A., Käser F., 2012. Comparison of Peroxide Value, Oil Stability Index and Chemiluminescence Oxidation Induction Time of Sunflower Oil. 10th Eurofedlipid Congress, Cracow, Poland
- Gille D., 2010. Overview of the physiological changes and optimal diet in the golden age generation over 50. *European review of ageing and physical activity* (7), 27-36

2.4 Daten und Methoden

Ernährungsphysiologische Optimierung der Zusammensetzung von Produkten

- Literaturrecherchen
- Versuche im Labor und im Pilotplant (Liebefeld und ABZ Spiez)
- Laboranalysen
- Durchführen von sensorischen Untersuchungen (Konsumententests)
- Erstellen von Versuchsberichten und daraus abgeleiteten Publikationen
- *In vitro*- und *in vivo*-Studien

Sensorische und ernährungsphysiologische Veränderungen während der Lagerung

- Literaturrecherchen
- Versuchsserien im Labor
- Versuche im Pilotplant (Liebefeld und ABZ Spiez)
- Laboranalysen
- Erstellen von Versuchsberichten und daraus abgeleiteten Publikationen

Konsumentenverhalten und Nachhaltigkeit

- Literaturstudien
- Umfragen, Fokusgruppen
- Feldstudien
- Sensorische Tests
- Erstellen von Versuchsberichten und daraus abgeleiteten Publikationen

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

- Präsentation und Poster an nationalen / internationalen Kongressen
- Publikationen in peer reviewed Journals
- Praxisartikel für die Milch- und Fleisch-Branche, sowie für Ernährungsfachleute
- Unterricht von Studierenden der Fachhochschulen
- Vorträge
- Öffentliche Kolloquien
- Berichte im Rahmen der Planung des ILM (Jahresberichte, Halbjahresberichte)
- Projekt-Berichte fremdfinanzierte Projekte (KTI Projekte, Abschlussberichte NFP69 etc.)
- Protokolle der Besprechungen mit den Kunden / Auftraggebenden

3.2 Kunden

- Fleischverarbeitende Industrie und KMU
- Milchverarbeitende Industrie und KMU
- Lebensmittelindustrie allgemein
- Einzelne Konsumenten und Konsumentengruppen
- Behörden und Verbände

3.3 Nutzen

Fleischverarbeitende und milchverarbeitende Industrie und KMU sowie allgemeine Lebensmittelindustrie:

Die aus verschiedenen Versuchen erhaltenen Kenntnisse sind grösstenteils direkt umsetzbar und werden über Praxisartikel und das Format Agroscope transfer praxis zur Verfügung gestellt. Zudem wird die Branche in regelmässigen Abständen via Newsletter über die neusten Resultate informiert. Für die Milchbranche wird der Informationsfluss von relevanten Informationen der International Dairy Federation IDF sichergestellt. Sämtliche Informationen werden auch im Internet publiziert und sind frei zugänglich. Weiter werden spezifische Anfragen aus den Bereichen Molkerei- und Fleischverarbeitung individuell beantwortet.

Einzelne Konsumenten resp. Konsumentengruppen:

Durch Publikationen in verschiedenen Fach- und Publikumszeitschriften und durch die Präsenz in verschiedenen Medien werden die Konsumentinnen und Konsumenten über den Stellenwert von tierischen Produkten in der menschlichen Ernährung aufgeklärt. Es wird aufgezeigt, wie diese Produkte sinnvoll in einer ausgewogenen Ernährung eingesetzt werden.

Behörden und Verbände:

Anfragen von Behörden und Verbänden werden individuell bearbeitet und das vorhandene Wissen wird zur Verfügung gestellt, welches oftmals als Entscheidungshilfe genutzt wird.

3.4 Impact

Die Branche wird bei der Umsetzung von Vorgaben der Behörden bezüglich ernährungsphysiologischer Optimierung der Produkte (Salzreduktion, Zuckerreduktion etc.) unterstützt, indem durch Praxisversuche Möglichkeiten und Grenzen aufgezeigt und konkrete Handlungsempfehlungen abgegeben werden. Der dadurch verbesserte ernährungsphysiologische Wert der Produkte wirkt sich positiv auf die Gesundheit der Bevölkerung aus, so dass aus volkswirtschaftlicher Sicht Kosten eingespart werden können.

Forschungsarbeiten im Bereich sensorische und ernährungsphysiologische Veränderungen während der Lagerung haben zum Ziel, die Haltbarkeit von verschiedenen Produkten zu verbessern und oxidative Veränderungen zu minimieren oder gar zu eliminieren. Die dadurch erzielte Haltbarkeitsverbesserung ist für die Betriebe wirtschaftlich interessant, steigert die Exportfähigkeit, trägt zur besseren Ressourcenschonung bei und vermindert die Abfallproblematik (Nachhaltigkeit).



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.32.4.1

Lebensmittelsicherheit Milchprodukte

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Lebensmittelsicherheit von Milchprodukten
Titel Originalsprache kurz	Lebensmittelsicherheit
Titre français	Sécurité alimentaire des produits laitiers
Titre français court	Sécurité alimentaire
Titel englisch	Food safety of dairy products
Title english short	Food safety
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Thomas Berger
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	René Imhof
Keywords	contaminants and residues, food safety, human pathogens, milk borne diseases, knowledge transfer, national reference laboratory, raw milk cheese, raw milk control, risk assessment, services
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	14.1: Sicherheit von Futter- und Lebensmitteln

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Nahrungsmittelbedingte Erkrankungen beim Menschen treten weltweit auf und einige sind, bedingt durch Veränderungen im Umfeld und im Verhalten der Erreger, neu und im Vormarsch. Für das Tätigkeitsfeld stehen mikrobielle Probleme und Fragen der Lebensmittelsicherheit in der Kette der tierischen Produktion im Vordergrund. Zu beachten sind auch chemische Verunreinigungen, Rückstände und Verfälschungen von Milch und Milchprodukten. Gesundheitliche Risiken können anhand der Risikoanalyse erkannt, quantifiziert und durch entsprechende Massnahmen reduziert werden. Die wissenschaftliche Basis für eine Risikoanalyse ist die Risikobeurteilung. Oft fehlen aber die Daten zur Risikobeurteilung und den dazu gehörenden Fragestellungen. Bundesbehörden und kantonale Stellen benötigen fachliche Informationen und Vollzugsunterstützung bei der Umsetzung des Lebensmittelrechts, Teil Milch, für das Erstellen von HACCP-Konzepten und bei der Risikobeurteilung.

Wissenschaftlich dokumentierte Beiträge zur Sicherheit von Lebensmitteln tierischer Herkunft geben den verschiedenen Stakeholdern die nötigen Informationen für ihre Entscheide. Aktuelle Schwerpunkte betreffen die Bekämpfung von *S. aureus* Genotyp B (GTB), Shigatoxin-produzierende *E. coli* (STEC) und thermotolerante *E. coli*-Stämme. Die Bekämpfung von *S. aureus* GTB spielt eine grosse Rolle in der Lebensmittelsicherheit, da *S. aureus* GTB gehäuft in Rohmilchkäse nachgewiesen worden ist und zum selben klonalen Cluster (CC8) wie gefürchtete humanpathogene *S. aureus* Stämme gehört, die sowohl in Spitälern als auch in der Bevölkerung ein grosses Infektionsproblem darstellen. In einer Studie konnten in 5.7 % aller Käseproben STEC nachgewiesen werden. Fünf der identifizierten Stämme gehörten zu Serotypen, die bekannt sind als Verursacher des hämolytisch-urämischen Syndroms (HUS), welches bis zum akuten Nierenversagen oder sogar zum Tod führen kann. Daher stellen Weich-, Halbhart- und sogar auch Hartkäse aus Rohmilch eine mögliche Quelle für STEC-Infektionen dar.

Die höhere Thermotoleranz einiger *E. coli*-Stämme erhöht ihr Potenzial, die Lebensmittelherstellung trotz Hitzebehandlung zu überleben. Das Potenzial der Thermotoleranz-Region in *E. coli*, insbesondere bei pathogenen *E. coli*, erhöht ihr Lebensmittelsicherheitsrisiko.

Das Tätigkeitsfeld liefert weitere wissenschaftlich dokumentierte Beiträge zur Verminderung des Auftretens von Antibiotikaresistenzen und zur Senkung des Antibiotikaverbrauchs.

Gemäss Milchprüfungsverordnung und im Auftrag von BVET und BAG hat der Bund beim ILM ein Nationales Referenzlabor (NRL) für analytische Untersuchungen der Milch und der Milchprodukte zu unterhalten. Das NRL ist in das Netzwerk der EU-Referenzlaboratorien integriert. Dadurch ist die Sicherstellung der Qualität von Milch- und Milchprodukten auf der analytisch-technischen Ebene garantiert und die milchwirtschaftliche Laborpraxis profitiert von der Fachkompetenz, dem hohen Ausbildungsstand und dem nationalen/internationalen Netzwerk der Mitarbeiter/innen im Tätigkeitsfeld.

Im Auftrag des BLW beurteilen Mitarbeitende der FG Zulassungsanträge für Biozidprodukte aus agronomischer Sicht z.H. der Anmeldestelle beim BAG.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

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 und Verfälschungen, also die Zugabe von Substanzen und deren Begleitstoffen in betrügerischer, täuschender Absicht (z.B. Melamin, Zusatzstoffe). Im Vordergrund stehen mikrobielle Ursachen. Im Tätigkeitsfeld werden Fragen der Lebensmittelsicherheit in der Kette der tierischen Lebensmittel bearbeitet.

Gesundheitliche Risiken können anhand der Risikoanalyse erkannt, quantifiziert und durch entsprechende Massnahmen reduziert werden. Die wissenschaftliche Basis für eine Risikoanalyse ist die Risikobeurteilung. 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 einzuleiten. 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 Lebensmittelrechts, Teil Milch, bei der Erstellung von Interpretationshilfen, für das Erstellen von HACCP-Konzepten, bei der Risikobeurteilung und im Aufgabengebiet des Nationales Re-

ferenzlabors Milch und Milchprodukte. Der milchwirtschaftlichen Branche werden Dienstleistungen angeboten, welche auf dem Markt nicht verfügbar sind.

Gemäss Milchprüfungsverordnung und im Auftrag von BVET und BAG hat der Bund bei Agroscope ein Nationales Referenzlabor (NRL) für analytische Untersuchungen der Milch und der Milchprodukte zu unterhalten. Das NRL ist in das Netzwerk der EU-Referenzlaboratorien integriert. Zu den Aufgaben eines NRL und zur Unterstützung der milchwirtschaftlichen Praxis gehören Forschungsarbeiten, ein bedürfnisorientiertes Angebot an 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 beurteilen Mitarbeitende der FG Zulassungsanträge für Biozidprodukte aus agronomischer Sicht z.H. der Anmeldestelle beim BAG.

Fragen zur Lebensmittelsicherheit von Fleisch und Fleischprodukten werden zurzeit nur in Ausnahmefällen bearbeitet, da ausserhalb von Agroscope entsprechende Institutionen und Netzwerke bestehen.

2.2 Ziele

Oberziel 1 Erarbeiten der Wissenschaftlichen Grundlagen und Koordination neuer Fragestellungen

- 1.1 Wissenschaftlich dokumentierte Beiträge zur Sicherheit von Lebensmitteln tierischer Herkunft.

Oberziel 2 Vollzugsunterstützung und Wissenstransfer

- 2.1 Die gesetzlich übertragenen Aufgaben sind durchgeführt und die mit der Umsetzung des Lebensmittelrechts beauftragten Stellen sind wirksam unterstützt.
- 2.2 Lebensmittelsicherheits- und analytisch-messtechnisches Wissen wird den verschiedenen Kunden und Interessengruppen vermittelt (Wissenstransfer).
- 2.3 Die milchwirtschaftliche Laborpraxis und die Verantwortlichen für die Lebensmittelsicherheit in der CH und im Alpenraum profitieren von der Fachkompetenz, dem hohen Ausbildungsstand und dem nationalen/internationalen Netzwerk der Mitarbeiter/innen in der Forschungsgruppe und den Fachgruppen.

Oberziel 3 Vollzugaufgaben

- Die milchwirtschaftliche Laborpraxis wird durch die Koordination zwischen den Untersuchungsstellen und dem EU-Referenzlaboratorium und durch die Bereitstellung von Referenzmaterialien, die Durchführung von Proficiency Testings und Schulungsangeboten kompetent unterstützt.

2.3 Literaturangaben

Lebensmittelsicherheit

- Peng S., Stephan R., Hummerjohann J., Blanco J. & Zweifel C., 2012. In vitro characterization of Shiga toxin-producing and generic *Escherichia coli* in respect of cheese production-relevant stresses. *Archiv für Lebensmittelhygiene* **63**,136-141.
- Peng S., Hoffmann W., Bockelmann W., Hummerjohann J., Stephan R. & Hammer P., accepted for publication. Fate of Shiga toxin-producing and generic *Escherichia coli* during production and ripening of semi-hard raw milk cheese. *Journal of Dairy Science* **xx** (x), xxx-xxx.
- Peng S., Hummerjohann J., Stephan R. & Hammer P., submitted. Heat resistance of *Escherichia coli* strains in raw milk at different sub-pasteurization conditions. *Journal of Dairy Science* **xx** (x), xxx-xxx.

- Peng S., Schafroth K., Jakob E., Stephan R. & Hummerjohann, J., submitted. Behaviour of *Escherichia coli* strains along the semi-hard and hard raw milk cheese production process
International Dairy Journal **xx** (x), xxx-xxx.
- Peng S., Tsara T., Hummerjohann J., Stephan R., 2011. An overview of molecular stress response mechanisms in *Escherichia coli* contributing to survival of shiga-toxin-producing *Escherichia coli* during raw milk cheese production.
J. Food Prot. **74** (5), 849-864
- Boss R., Naskova J., Steiner A., Graber H.U., 2011. Mastitis diagnostics: Quantitative PCR for *Staphylococcus aureus* genotype B in bulk tank milk.
J Dairy Science **94**, 128-137
- Graber, H.U., Pfister S., Burgener P., Boss R., Meylan M. & Hummerjohann J., 2013. Bovine *Staphylococcus aureus*: Diagnostic properties of specific media.
Res. Vet. Sci. **95** (1), 38-44.
- Michel A., Syring C., Steiner A. & Graber H.U., 2011. Intramammary infections with the contagious *Staphylococcus aureus* genotype B in Swiss dairy cows are associated with low prevalence of coagulase-negative staphylococci and *Streptococcus* spp.
Vet. J., **188** (3), 313-317.
- Syring C., Boss R., Reist M., Bodmer M., Hummerjohann J., Gehrig P. & Graber H.U., 2012. Bovine mastitis: the diagnostic properties of a PCR-based assay to monitor the *Staphylococcus aureus* genotype B status of a herd, using bulk tank milk.
J. Dairy Sci. **95** (7), 3674-3682.
- Raemy A., Meylan M., Casati S., Gaia V., Berchtold B., Boss R., Wyder A. & Graber H.U., 2013. Phenotypic and genotypic identification of streptococci and related bacteria isolated from bovine intramammary infections.
Acta Vet. Scand. **55**:53 (doi: 10.1186/1751-0147-55-53)
- Imhof R., 2011. Successful strategies against *Listeria monocytogenes* in Switzerland.
safefood Listeria Network Conference, 16 May 2011, Moorepark, Fermoy, Co. Cork
- Mühlemann M., in press 2013. Chapter "Safety of dairy products /Cheese"
Elsevier online *ENCYCLOPEDIA OF FOOD SAFETY* **xx** (x), xxx-xxx
- Mühlemann M., 2013. Practitioner framework for the evaluation and prioritization of food and feed safety hazards and related research needs.
ALPscience **545**, June, 12 pages

Nationales Referenzlabor, Milchprüfung

- Egger C., Brunner S., Spahni A., Berger T., 2011. Alkaline Phosphatase activity in Swiss Cheese.
EU-RL MMP 2011 workshop, anses, Maisons-Alfort (02.-03.05.2011)
- Berger T., Luginbühl W., 2012. Reference system for somatic cell counting – Assessing PT schemes and laboratories.
EU-RL MMP 2012 workshop, anses, Maisons-Alfort (04.-05.10.2012)

2.4 Daten und Methoden

- Wissenschaftliche peer-reviewed Arbeiten in den Bereichen Lebensmittelsicherheit, Risk Assessment und methodische Forschung im Rahmen von Dissertationen und Diplomarbeiten
- Identifikation von aktuellen Problemen, Wissenslücken und aufkommenden Fragestellungen durch Kontakte zu Ämtern, Verarbeitern (Praxis), Organisationen/Verbänden und Spezialisten bei Agroscope und durch Literaturstudium
- Bearbeitung von Versuchs- und Forschungsarbeiten auf Stufe Lebensmittelsicherheits-Plattform (Ansprechstelle für die FG-übergreifende Koordination von Fragen zur Lebensmittelsicherheit)
- Zusammenarbeit mit Laboratorien und spezialisierten Stellen im In- und Ausland
- Methodenentwicklung und –optimierung, Versuche mit pathogenen Keimen und Kontaminanten

- Durchführung von Risikobeurteilungen für die wichtigsten potenziell humanpathogenen Keime und von neu in Erscheinung tretenden Krankheitserregern (new emerging pathogens)
- Vollzugsunterstützung, z.B. durch Umsetzungsempfehlungen bei der Verminderung des Antibiotikaverbrauchs
- Aktive Mitarbeit in Arbeitsgruppen und in nationalen und internationalen Organisationen (z.B. IDF, ISO, AFEMA, EU-Referenzlabornetzwerk, InterLab)
- Praxisorientierte Publikationen, Poster
- Vorträge zu aktuellen Themen, Schulung der milchwirtschaftlichen Praxis
- Aktive Mitarbeit in Arbeitsgruppen und in nationalen und internationalen Organisationen (z.B. EU-Referenzlabornetzwerk, Kommission Milchprüfung)
- Wissenschaftliche Arbeiten und Methodenentwicklungen
- Bereitstellen von Proficiency Testings und Referenzmaterialien

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

- Publikationen in peer reviewed Journals
- Präsentation und Poster an nationalen / internationalen Kongressen und Tagungen
- Praxisartikel für die Milchbranche
- Vorträge
- Berichte im Rahmen des jährlichen Reportings des ILM (Jahresberichte, Halbjahresberichte)
- Projekt-Berichte bei fremdfinanzierte Projekten
- Protokolle der Besprechungen mit den Kunden und von Sitzungen mit nationalen und internationalen Arbeitsgruppen

3.2 Kunden

- Schweizerische und europäische Behörden (BLV, Kantonale Laboratorien, EU-Referenzlabor)
- Milchproduzenten, Milchverarbeitende Betriebe, Käse-Sortenorganisationen, Verbände
- Käseexporteure
- Milchwirtschaftliche und Lebensmittel-Organisationen (z.B. IDF, AFEMA, ISO, InterLab)
- Forschungsinstitutionen und wissenschaftlich interessierte Stellen im In- und Ausland (wissenschaftliche Publikationen)
- Untersuchungsstellen für Milch und Milchprodukte
- Land- und milchwirtschaftliche Schulen
- Behörden von importierenden Ländern
- Konsumenten (Website)

3.3 Nutzen

- Forschungsergebnisse, Entscheidungsgrundlagen für Gesetze, Verordnungen, Erlasse oder bei der Beurteilung von Stoffen, Verfahren, Methoden und Aufgaben (*Schweizerische und europäische Behörden*).
- Forschungsergebnisse, Entscheidungsgrundlagen, Empfehlungen, Beratungen und Daten für die Herstellung und den Export sicherer Milch- und Milchprodukte

- (Milchproduzenten, milchverarbeitende Betriebe, Käse-Sortenorganisationen, Land- und milch-wirtschaftliche Schulen)*
- Entscheidungsgrundlagen und Daten für den Export sicherer Milchprodukte und den Zugang zu europäischen und aussereuropäischen Märkten
(Käseexporteure)
 - Fachwissen, Forschungsergebnisse, Methoden und Verfahren für die Herstellung, Verarbeitung und Untersuchung von Milch- und Milchprodukten im internationalen Kontext und mit Auswirkung auf das schweizerische Recht
(Milchwirtschaftliche und Lebensmittel-Organisationen)
 - Fachwissen, Forschungsergebnisse, Zusammenarbeiten und Netzwerke
(Forschungsinstitutionen und wissenschaftlich interessierte Stellen im In- und Ausland)
 - Dienstleistungen, Fachwissen, Methoden, Netzwerke für die Untersuchung von Milch- und Milchprodukten
(Untersuchungsstellen für Milch und Milchprodukte)
 - Entscheidungsgrundlagen und Daten für die Beurteilung von CH-Milchprodukte und zum Vergleich unterschiedlicher Lebensmittelsicherheitssysteme
(Behörden von importierenden Ländern)
 - Informationen zur Herstellung sicherer Milch- und Milchprodukte als Ergänzung zu den offiziellen Konsumenteninformationen des zukünftigen Bundesamtes für „Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen“
(Konsumenten)

3.4 Impact

Durch die verschiedenen Beiträge im Tätigkeitsfeld wird sichergestellt, dass schweizerische Milch- und Milchprodukte auch unter sich verändernden Einflüssen sicher bleiben und die Sicherheit der Produkte in neuen, international akzeptierten Bewertungssystemen belegt werden kann. Dies ist eine Voraussetzung für die Akzeptanz bei Kundinnen und Kunden, für den nationalen und internationalen Marktzugang und für die Sicherstellung der Exportfähigkeit.

Daher sollen:

- die Kunden das Fachwissen und Daten nachfragen,
- die Mitarbeitenden als neutrale Expertinnen und Experten anerkannt und nachgefragt sein
- Personen und Institutionen der Beratung und des Wissenstransfers die Kompetenzen nutzen,
- sich Kunden bei ihren Entscheidungen auf fundierte Grundlagen stützen können,
- sich letztlich die CH-Milchprodukte auf dem nationalen und internationalen Markt behaupten können.



Description du champ d'activité 14.32.5.1

Biologie Nutritionnelle Fonctionnelle

1 Vue d'ensemble

1.1 Données de base

Titre original	Biologie Nutritionnelle Fonctionnelle
Titre original abrégé	Biologie Nutritionnelle
Titre allemand	Funktionelle Ernährungsbiologie
Titre allemand abrégé	Ernährungsbiologie
Titre anglais	Functional Nutritional Biology
Titre anglais abrégé	Nutritional Biology
Responsable du champ d'activité	Guy Vergères
Responsable délégué du champ d'activité	Ueli Bütikofer
Mots-clés	Fermented food – Human nutrition – Translational research – Added value – Lactic acid bacteria - Digestion – Nutrient bioavailability - Metabolism - Inflammation – Nutrigenomics – Nutritional health biomarkers – Foodle.ch
Début	2014
Durée	4 ans
Contribution au thème central*	14.3 Nutrition

* Les pôles thématiques font partie du mandat de prestations. Chaque pôle thématique comprend 3 à 4 thèmes centraux.

1.2 Résumé

La compétitivité économique de l'industrie alimentaire devient de plus en plus déterminée par la qualité nutritionnelle des aliments. Cette qualité ne peut être évaluée uniquement en se basant sur la composition nutritive de ces aliments. Des tests fonctionnels utilisant des cellules, des animaux et des sujets humains comme modèles, deviennent donc de plus en plus importants. En outre, l'application des méthodes modernes des sciences de la vie à la recherche sur les denrées alimentaires et la nutrition (génomique microbienne, 'foodomics', nutriginomique) favorise maintenant une évaluation plus globale, donc plus physiologique, de la qualité des aliments. En collaboration avec des partenaires académiques, industriels et médicaux, le domaine d'activité Biologie Nutritionnelle Fonctionnelle (Biologie Nutritionnelle) fera usage de la collection de bactéries lactiques d'Agroscope pour fermenter les aliments en des produits possédant des propriétés bénéfiques à la santé métabolique humaine. La Bio-

logie Nutritionnelle apportera une preuve conceptuelle de cette stratégie de recherche en utilisant, tout d'abord, le lait comme aliment. En accord avec la stratégie scientifique proposée par l'Agence européenne de sécurité des aliments (AESAs), une approche translationnelle sera prise pour relier les éléments nutritifs produits par la fermentation des aliments à la santé métabolique humaine.

Le transfert des connaissances et le regroupement des compétences dans le secteur des denrées alimentaires et de la nutrition n'est pas seulement d'une importance cruciale dans la recherche, mais également dans le domaine des sciences de l'information. Dans ce contexte, Foodle.ch a pour but d'atteindre durablement les 'stakeholders' suisses dans ce domaine. La consolidation de Foodle.ch sera donc également un objectif important.

2 Plan de recherche / Description du champ d'activité

2.1 Problématique / Objet

Les produits laitiers fermentés représentent une partie importante de l'alimentation humaine. Le retrait de tous les aliments fermentés de la diète, en particulier chez les personnes, âgées résulte en une augmentation de l'inflammation systémique sourde ('low grade'), un phénomène qui prédispose au développement des maladies chroniques et à une accélération du vieillissement. La consommation d'un yogourt permet de restaurer le niveau normal d'inflammation chez ces personnes. Les aliments traditionnels, en particulier les produits laitiers fermentés, ont une influence importante sur les processus biologiques qui jouent un rôle prépondérant dans le maintien de la santé humaine. La valeur nutritionnelle du lait, une ressource naturelle mise à disposition par l'agriculture, peut être augmentée par sa transformation avec une bactérie lactique, une autre ressource naturelle.

Aujourd'hui les outils modernes des sciences de la vie sont utilisés pour promouvoir la valeur nutritionnelle des produits alimentaires. La Biologie Nutritionnelle entend être active dans ce domaine de recherche, en accord avec la vision et les objectifs d'Agroscope de conduire une recherche transdisciplinaire et innovatrice qui permette d'élaborer les connaissances scientifiques pour mettre en évidence les aliments sains issus de la production agricole suisse.

Définir les critères d'un choix bénéfique à la santé est un défi scientifique majeur si l'on garde à l'esprit les récents rejets en masse par l'AESA des demandes d'allégations nutritionnelles et de santé déposées par l'industrie alimentaire (règlement 1924/2006). L'AESA précise néanmoins qu'un grand nombre d'opinions défavorables était lié à des lacunes d'information scientifique. En conséquence, les organismes de recherche européens tels que l'Initiative de Programmation Conjointe (JPI) '*une alimentation saine pour une vie saine*' et l'action COST FA1005 '*amélioration des propriétés nutritionnelles des aliments par le partage des connaissances sur le processus digestif*' prennent des mesures afin d'organiser la recherche nutritionnelle en accord avec les orientations proposées par l'AESA.

Dans ce contexte, les ressources attribuées à la Biologie Nutritionnelle seront dirigées vers une recherche nutritionnelle translationnelle qui contribuera à la promotion des produits laitiers fournis par le secteur agro-alimentaire suisse et, par conséquent, à la compétitivité nationale et internationale du tissu industriel suisse.

2.2 Objectifs

En ligne avec les besoins nationaux et internationaux de recherche dans le secteur des denrées alimentaires et de la nutrition, le champ d'activité de la Biologie Nutritionnelle conduira plusieurs projets qui s'inscrivent dans l'un des deux grands objectifs suivants:

Objectif 1. Valeur ajoutée nutritionnelle du lait par la fermentation avec des souches de bactéries lactiques

1.1 Caractérisation *in vitro* du métabolome du lait le long de la chaîne de transformation 'fermentation => digestion => transport intestinal'.

- 1.2 Identification, chez des sujets humains ayant ingéré des produits laitiers fermentés, de la biodisponibilité des métabolites produits par la fermentation du lait par des souches de bactérie lactique.
- 1.3 Identification, chez des sujets humains ayant ingéré des produits laitiers fermentés, de l'impact des métabolites produits par la fermentation du lait sur le métabolisme humain.
- 1.4 Définition d'une stratégie de recherche nutritionnelle translationnelle qui définisse les produits alimentaires fermentés et les bénéfiques nutrition-santé qui seront étudiés à moyen-terme, ainsi que les technologies analytiques qui seront utilisées pour démontrer ces bénéfiques.

Objectif 2. Promotion d'une nutrition saine par le transfert de connaissances

Reconnaissance de l'impact de la plateforme Foodle par les partenaires et le public.

2.3 Indications bibliographiques

- Ghaye J, Kamat MA, Corbino-Giunta L, Silacci P, Vergères G, De Micheli G, Carrara S. (2013) "Image thresholding techniques for localization of sub-resolution fluorescent biomarkers" *Cytometry Part A*. In the Press
- Vergères G, Gille D. (2013) „Nutri(epi)genomik“ In: Lux, V. & Richter, J.T. (Hrsg.). *Kulturelle Faktoren der Vererbung*. Reihe ZfL-Interjekte, Nr. 3, Berlin: Zentrum für Literatur- und Kulturforschung, pp 8-13. In the Press
- Vergères G. (2013) "Nutrigenomics - Linking food to human metabolism" *Trends Food Sci. Tech.* 31, 6-12
- Ramadan Q, Jafarpoorchehab H, Huang C, Silacci P, Carrara S, Koklü G, Ghaye J, Ramsden J, Ruffert C, Vergères G, Gijs MA. (2013) "NutriChip: nutrition analysis meets microfluidics". *Lab Chip*. 13, 196-203
- Sagaya F, Hurrell R, Vergères G. (2012) "Postprandial blood cell transcriptomics in response to the ingestion of dairy products by healthy individuals". *J. Nutr. Biochem.* 23, 1701-1715
- Vergères G, Bogicevic B, Buri C, Carrara S, Chollet M, Corbino-Giunta L, Egger L, Gille D, Kopf-Bolanz K, Laederach K, Portmann R, Ramadan Q, Ramsden J, Schwander F, Silacci P, Walther B, Gijs M. (2012) The NutriChip project—translating technology into nutritional knowledge. *Br J Nutr.* 108:762-768
- Walther B, Gille D, Vergères G (2012) „Nutrigenomik – State of the Art“ *Schweizer Zeitschrift für Ernährungsmedizin*. 1/12, 1-5
- Kopf-Bolanz K, Schwander F, Gijs M, Vergères G, Portmann R, Egger L. (2011) "Validation of an in vitro digestive system for studying *macronutrient* decomposition in humans". *J. Nutr.* 142, 245-250
- Vergères G. (2010) "From molecular nutrition to nutritional systems biology" in *Epigenetics and human health – Linking hereditary, environmental and nutritional aspects* (Haslberger AG, ed) Verlag Wiley-VCH, pp 127-140
- Vergères G, Sagaya F. (2009) "Comment nos gènes réagissent-ils à l'alimentation ?" in *Recherche et alimentation en dialogue* (Schärer-Züblin EV, ed) Fondation Alimentarium, Verlag Wiley-Blackwell, pp225-230

2.4 Données et méthodes

Les projets de la Biologie Nutritionnelle auront une vocation translationnelle et seront composés d'une sélection des méthodes suivantes:

- sélection du bénéfice nutrition-santé ciblé par le projet
- séquençage de souches de bactéries lactiques
- analyse fonctionnelle *in silico* des propriétés nutritionnelles des souches séquencées
- caractérisation microbiologique des souches sélectionnées
- formulation technologique des produits fermentés
- caractérisation du métabolome des produits fermentés (métabolites volatiles et non-volatiles)
- mesure *in vitro* de la biodisponibilité des métabolites sélectionnés (digestion, transport intestinal)
- mesure *in vivo* de la biodisponibilité des métabolites sélectionnés dans des études humaines de type 'challenge' ou long-terme

- mesure *in vitro* de la bio-activité des métabolites sélectionnés (digestion, transport intestinal)
- mesure *in vivo* de la bio-activité des métabolites sélectionnés dans des études humaines de type 'challenge' ou long-terme
- intégration des données classiques et omiques obtenues sur les échantillons bactériens et humains ainsi que sur les produits fermentés.

3 Pertinence et utilité

3.1 Compte rendu

La majeure partie du travail de recherche de la Biologie Nutritionnelle sera rapportée sous la forme de publications (articles et revues de recherche originaux) dans des journaux de réputation internationale. La participation à des congrès internationaux sous la forme de présentations orales et de posters sera également utilisée comme format principal pour diffuser les résultats de recherche.

Au niveau national, les résultats de recherche de la Biologie Nutritionnelle, inclus les travaux des thèses associées au champ d'activité, seront communiqués au travers d'émissions de télévision, d'articles de vulgarisation dans la presse écrite et d'articles de fond pour les généralistes dans les domaines de la nutrition, de la médecine et de l'industrie alimentaire.

La communication d'informations aux 'stakeholders' des denrées alimentaires et de la nutrition en Suisse sera l'activité principale de Foodle.ch.

3.2 Clients

Le principal destinataire des données de recherche produites par la Biologie Nutritionnelle sera la communauté internationale dans les domaines de recherche des sciences des denrées alimentaires et de la nutrition. En particulier, les résultats produits par la Biologie Nutritionnelle influenceront les recherches conduites par les chercheurs membres d'associations internationales auxquelles la Biologie Nutritionnelle participe, en particulier NuGO, IMGC et INFOGEST.

La nature translationnelle du programme de la Biologie Nutritionnelle favorisera un transfert des connaissances vers des partenaires industriels en Suisse. Les entreprises qui participeront au financement de projets de la Biologie Nutritionnelle auront accès en priorité aux données de recherche qui pourraient servir à promouvoir un développement de produit.

Foodle.ch offrira une information de haute qualité sur les denrées alimentaires et la nutrition à un large public, en particulier aux consommateurs, aux instituts de recherche d'éducation, aux offices fédéraux, aux ONG et à l'économie.

3.3 Utilité

Les résultats du programme seront utilisés comme suit:

- Développement d'outils scientifiques modernes, en particulier les technologies omiques (nutrigénomique), pour mesurer la biodisponibilité et la fonctionnalité des aliments.
- Meilleure compréhension de l'interaction entre les aliments, en particulier les produits laitiers fermentés, et l'organisme humain.
- Création de la base scientifique pour le développement de nouveaux aliments à valeur ajoutée, en particulier les produits laitiers fermentés, qui favorisent le maintien de la santé et/ou la prévention du développement de maladies chroniques.
- Identification de souches de bactéries lactiques produisant des aliments fermentés qui mitigent l'inflammation chronique sourde et possèdent donc un potentiel préventif contre le développement de maladies chroniques à composante inflammatoire (maladies cardiovasculaires, obésité,...).

- Utilisation du lait comme vecteur stratégique pour délivrer des souches de bactérie lactique, et des métabolites issus de produits fermentés par ces souches, qui puissent moduler la composition de la flore intestinale et ainsi améliorer la santé métabolique et immunitaire des consommateurs.
- Amélioration des compétences d'Agroscope pour permettre une meilleure intégration des attentes des industries alimentaires, des consommateurs et des autorités nationales et internationales de sécurité alimentaire envers les allégations sur les propriétés nutritionnelles des denrées alimentaires, en particulier des produits laitiers fermentés.
- Participation à la définition de nouveaux concepts de recherche pour promouvoir le développement de nouvelles denrées alimentaires fonctionnelles.
- Contribution à l'acceptabilité de la nutriginomique par le public.
- Transfert de connaissances vers le public (Foodle).

Le programme 2014-2017 de la Biologie Nutritionnelle est donc parfaitement en ligne avec les projets de recherche proposés dans l'agenda stratégique de recherche 2000-2020 de la plateforme technologique 'Food for Life Switzerland'.

3.4 Impact

La recherche aura un impact au niveau national et international:

- Au niveau international, des publications dans des revues évaluées par les pairs devraient se traduire par des invitations à des présentations orales lors de congrès ainsi que par la participation d'Agroscope à des projets de recherche internationaux, en particulier des projets de l'UE.
- Au niveau national, la recherche devrait se traduire par l'acquisition de projets CTI ainsi que par des contrats de recherche entre Agroscope et les partenaires industriels dans le domaine des produits alimentaires fermentés.
- Plus généralement, la recherche de la Biologie Nutritionnelle devrait également créer la base scientifique pour l'innovation de produits fermentés dans l'industrie.

Finalement, les activités d'enseignement et les activités de Foodle.ch vont contribuer à renforcer les compétences des étudiants, des professionnels ainsi que du public dans le domaine des sciences des denrées alimentaires et de la nutrition.



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.41.1.1

Gasförmige Emissionen

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Gasförmige Emissionen aus Agrarökosystemen
Titel Originalsprache kurz	Gasförmige Emissionen
Titel englisch	Gaseous Emissions from Agroecosystems
Title english short	Gaseous Emissions
Titre français	Émissions gazeuses des agroécosystèmes
Titre français bref	Émissions gazeuses
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Christof Ammann
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Albrecht Neftel
Keywords	greenhouse gases, ammonia, emission factors, mitigation options
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	13.2 Reduktion Treibhausgasemissionen

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Die Emission von Spurengasen in die Luft/Atmosphäre gehört zu den wichtigsten Umweltbelastungen der Schweizer Landwirtschaft. Dabei spielen sowohl langlebige Treibhausgase (Lachgas und Methan), als auch reaktive Spurengase wie Ammoniak eine Rolle. Um zukünftig die Reduktionsziele im Rahmen der Klima- und Umweltstrategie Landwirtschaft erreichen zu können sind Forschungsaktivitäten zum Verständnis und zur quantitativen Bestimmung der Prozesse unter für die Schweiz typischen Bedingungen sowie die wissenschaftliche Bewertung von Reduktionsmassnahmen notwendig. Deshalb werden im Rahmen dieses Tätigkeitsfeldes die gasförmigen Emissionen von Treibhausgasen und Ammoniak für Agrarökosysteme in der Schweiz, insbesondere für Weidesysteme, untersucht. Da die Vollweide-Haltung einerseits als Minderungsmaßnahme bezüglich Ammoniakemissionen gilt, andererseits aber erhöhte Lachgas-Emissionen zu erwarten sind, sollen mögliche Zielkonflikte identifiziert und Optimierungsmöglichkeiten gefunden werden.

Für die Charakterisierung der Ammoniakemissionen bei der Ausbringung von Hofdünger wurde im laufenden und in den vergangenen Jahren schon viel Vorarbeit geleistet. Darauf aufbauend erfolgt nun die Bestimmung von verbesserten Emissionsfaktoren sowie der Reduktion bei Einsatz neuer Ausbringtechnologien (Schleppschlauch, Schleppschuh, Injektion). Ausserdem werden die laufenden Ammoniak-Reduktionsmassnahmen im Ressourcenprogramm mit Demonstrationsversuchen begleitet.

Auf nationaler Ebene wird im Tätigkeitsfeld jährlich das Inventar der CH₄ und N₂O Emissionen der Schweizer Landwirtschaft erstellt und zuhänden von BAFU, BLW und UNFCCC raportiert. Daneben wird eine Evaluation von verbesserten Inventarisierungs-Methoden durchgeführt, welche die quantitative Beurteilung verschiedener Reduktionsmassnahmen auch auf nationaler Skala ermöglicht.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Die Emission von Spurengasen in die Luft/Atmosphäre gehört zu den wichtigsten Umweltbelastungen der Schweizer Landwirtschaft. Dabei spielen sowohl langlebige Treibhausgase, als auch reaktive Spurengase ein Rolle. Die Landwirtschaft ist die grösste Quelle der Treibhausgase Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O) in der Schweiz. Während Methan zum grössten Teil aus der Magenfermentation von Wiederkäuern stammt, wird Lachgas vor allem aus gedüngten Böden emittiert. Die Emissionen werden im landwirtschaftlichen Treibhausgasinventar der Schweiz quantifiziert und sind ein wichtiger Beitrag zum Klimareporting unter der UNFCCC. Um zukünftig die Reduktionsziele (vgl. Ziele der Klimastrategie Landwirtschaft des BLW) erreichen zu können sind weitergehende Forschungsaktivitäten und die wissenschaftliche Bewertung von Reduktionsmassnamen notwendig.

Neben dem Lachgas ist Ammoniak die zweite wichtige Stickstoff-Verbindung, die aus landwirtschaftlichen Systemen an die Atmosphäre emittiert wird. Ammoniak trägt zur Bildung von gesundheitsgefährdenden Aerosolen (Feinstaub) bei und verursacht unerwünschte Stickstoffeinträge in extensive genutzte oder halb-natürliche Ökosysteme und Gewässer. Dort führt es auch zu zusätzlichen (indirekten) N₂O-Emissionen. Wie andere Luftschadstoffe unterliegt Ammoniak Grenzwerten und Reduktionsverpflichtungen, die durch die Luftreinhalteverordnung und durch die UN/ECE Konvention festgelegt wurden und künftig auch im Rahmen der landwirtschaftlichen Tätigkeiten eingehalten werden müssen. Sowohl die Ammoniak-Emission (die auch einen quantitativen Nährstoffverlust in der landwirtschaftlichen Produktionskette darstellt) als auch die Lachgas-Emission sind eng mit dem Stickstoffumsatz entlang der landwirtschaftlichen Produktionskette verbunden. Während Lachgas hauptsächlich unter Sauerstoffmangel entsteht, wird Ammoniak bei gutem Luftkontakt freigesetzt. Deshalb ist es wichtig, die beiden Spurengase gemeinsam zu betrachten, um Zielkonflikte von möglichen Massnahmen zu erkennen und optimierte Lösungen für beide Probleme zu finden.

Mit dem steigendem Interesse an Gras-basierter Milch- und Fleischproduktion nimmt auch die Weidehaltung in der Schweiz zu. Die Weidehaltung wird oft als emissionsarm in Bezug auf Ammoniak eingestuft und könnte deshalb zur Emissionsreduktion beitragen. Allerdings sind Emissionen von Weidesystemen unter Schweizer Verhältnissen noch kaum experimentell untersucht worden. Ausserdem ist unter Umständen ein Zielkonflikt wegen erhöhten Lachgas-Emissionen durch die Weidenutzung zu erwarten. Zudem ist auch noch unklar, ob die spezifische Ernährung und Bewegung der Tiere (Wiederkäuer) auf der Weide die Methanemission beeinflusst.

2.2 Ziele

1. Charakterisierung der gasförmige Emissionen (Treibhausgase und Ammoniak) in Abhängigkeit vom Weidesystem unter typischen Schweizer Verhältnissen.

2. Identifizierung möglicher Zielkonflikte bei der Emissions-Reduktion von Lachgas und Ammoniak und Untersuchung von Optimierungsmöglichkeiten zur Emissions-Reduktion beider Spurengase.
3. Bestimmung von verbesserten Ammoniak-Emissionsfaktoren bei der Ausbringung von Hofdünger in Abhängigkeit der wichtigsten Einflussgrößen sowie der Reduktion bei Einsatz neuer Ausbringtechnologien (Schleppschauch, Schleppschuh, Injektion); Begleitung der Reduktionsmassnahmen im Ressourcenprogramm mit Demonstrationsversuchen.
4. Quantifizierung der jährlichen CH₄ und N₂O Emissionen (Inventar) der Schweizer Landwirtschaft zuhanden von BAFU, BLW und UNFCCC.
5. Evaluation von verbesserten Methoden zur (nationalen) Emissionsinventarisierung von CH₄ und N₂O, welche die quantitative Beurteilung verschiedener Reduktionsmassnahmen ermöglicht.
6. Evaluation von Vermeidungsstrategien bezüglich N₂O-Emission im Pflanzen- und Futterbau durch Optimierung des Düngezeitpunkts und Einsatz von Pflanzenkohle (zusammen mit Tätigkeitsfeld 'Boden-C').

2.3 Literaturangaben

- Ammann C., Neftel A., Spirig C., Leifeld J., Fuhrer J., 2009a. Stickstoff-Bilanz von Mähwiesen mit und ohne Düngung. *AgrarForschung* 16(9), 348-353.
- Ammann C., Spirig C., Leifeld J., Neftel A. 2009b. Assessment of the Nitrogen and Carbon Budget of Two Managed Grassland Fields. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 133, 150–162.
- Ammann C., Wolff V., Marx O., Brümmer C., Neftel A., 2012. Measuring the biosphere-atmosphere exchange of total reactive nitrogen by eddy covariance, *Biogeosciences* 9, 4247–4261.
- Ammann C., Leifeld J., Jocher M., Neftel A., Fuhrer J., 2013. Effect of grassland renovation on the greenhouse gas budget of an intensive forage production system. Proceedings of 5th Greenhouse Gases and Animal Agriculture Conference. *Advances in Animal Biosciences* 4 (Part 2), 284.
- Felber R., Ammann C., 2013. Position monitoring of grazing cows for greenhouse gas emission measurements on pastures by micrometeorological methods. Proceedings of 5th Greenhouse Gases and Animal Agriculture Conference. *Advances in Animal Biosciences* 4 (Part 2), 468.
- Flechar C.R., Ambus P., Skiba U., Rees R.M., Hensen A., van Amstel A., van den Pol-van Dasselaar A., Soussana J.-F., Jones M., Clifton-Brown J., Raschi A., Horvath L., Neftel A., Jocher M., Ammann C., Leifeld J., Fuhrer J., Calanca P., Thalman E., Pilegaard K., Di Marco C., Campbell C., Nemitz E., Hargreaves K.J., Levy P., Ball B.C., Jones S., van de Bulk W.C.M., Groot T., Blom M., Domingues R., Kasper G., Allard V., Jolivot D., Cellier P., Laville P., Henault C., Bizouard F., Abdalla M., Williams M., Baronti S., Berretti F., and Grosz B., 2007. Effects of climate and management intensity on nitrous oxide emissions in grassland systems across Europe. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 121, 135-152.
- Neftel A., Ammann C., Calanca P., Flechar C., Fuhrer J., Leifeld J., Jocher M., 2005. Treibhausgasquellen und -senken: Die "Kyoto-Wiese". *AgrarForschung* 12 (8), 356-361.
- Neftel A., Ammann C., Fischer C., Spirig C., Conen F., Emmenegger L., Tuzson B., and Wahlen S., 2010. N₂O exchange over managed grassland: Application of a quantum cascade laser spectrometer for micrometeorological flux measurements. *Agricultural and Forest Meteorology* 150(6), 775-785.
- Sintermann J., Spirig C., Jordan A., Kuhn U., Ammann C., Neftel A., 2011a. Eddy covariance flux measurements of ammonia by high temperature chemical ionisation mass spectrometry. *Atmospheric Measurement Techniques* 4, 599-616.
- Sintermann J., Ammann C., Kuhn U., Spirig C., Hirschberger R., Gärtner A., and Neftel A., 2011b. Determination of field scale ammonia emissions for common slurry spreading practice with two independent methods. *Atmos. Meas. Tech.* 4, 1821–1840.
- Sintermann J., Neftel A., Ammann C., Häni C., Hensen A., Loubet B., Flechar C.R., 2012. Are ammonia emissions from field-applied slurry substantially over-estimated in European emission inventories? *Biogeosciences* 9, 1611–1632.
- Spirig C., Neftel A., 2006. Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft und Feinstaub. *Agrarfor-*

schung 13 (9), 392-397.

Spirig C., Flechard C.R., Ammann C., Neftel A., 2010. The annual ammonia budget of fertilised cut grassland - Part 1: Micrometeorological flux measurements and emissions after slurry application. *Biogeosciences* 7, 521–536.

Tuzson B., Hiller R., Zeyer K., Eugster W., Neftel A., Ammann C., Emmenegger L., 2010. Field inter-comparison of two optical analyzers for CH₄ eddy covariance flux measurements. *Atmospheric Measurement Techniques* 3, 1519–1531.

2.4 Daten und Methoden

Die Inventarisierung der landwirtschaftlichen Treibhausgasemissionen benötigt jährlich aktualisierte statistische Daten, die aus den 'Statistischen Erhebungen und Schätzungen über landwirtschaftliche Produktion und Ernährung' (publiziert vom SBV) sowie aus der Betriebsstrukturerhebung des BFS (online verfügbar) entnommen werden. Die Berechnungsmethode richtet sich nach den 'IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories'.

Bei den experimentellen Untersuchungen im Feld wird der Austausch bzw. die Emission der Treibhausgase CO₂, CH₄, und N₂O sowie von Ammoniak und anderen Luftschadstoffen hauptsächlich durch die räumlich integrierende Eddy-Kovarianz-Methode bestimmt. Dazu werden genaue und schnelle Gasmessungen benötigt (Ansprechzeit < 1 Sek.) für die zur Zeit je ein Messgerät für die obengenannten Spurengase zur Verfügung steht. Für die vergleichende Untersuchung von zwei verschiedenen Bewirtschaftungssystemen wäre ein zweites Messsystem von grossem Vorteil.

Neben den Eddy-Kovarianz-Messungen werden situationsspezifisch auch andere Methoden wie die mikrometeorologische Source-Receptor-Methode (unter Verwendung der 'WindTrax'-Software) oder Kammermessungen eingesetzt.

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

Die Berichterstattung der nationalen Treibhausgas-Inventarisierung erfolgt jährlich ans BAFU und weiter an die UNFCCC gemäss internationalen Vorgaben. Für die Drittmittelprojekte erfolgen ebenfalls jährliche Berichte (Zwischenberichte und Schlussbericht) an den jeweiligen Projektträger. Daneben ist die Publikation der Forschungsergebnisse in hochwertigen Zeitschriften mit externer Begutachtung (peer-review) von grosser Wichtigkeit, um die wissenschaftliche Qualität der Arbeit sicherzustellen und die eigene Forschung international gut sichtbar zu machen. Daneben erfolgt ein Agroscope-interner sowie externer Wissenstransfer durch Kolloquien, Tagungen und Konferenzen. Durch Referate und Demonstrationen an Agridea-Tagungen und ähnlichen Veranstaltungen soll auch der Kontakt zur landwirtschaftlichen Praxis gepflegt werden.

3.2 Kunden

- BAFU Sektion Klimaberichterstattung und Sektion Luftqualität
- BLW Fachbereich Ökologie
- Kantone (ZH und BL)
- Wissenschaft/Forschungspartner (national und international)

3.3 Nutzen

- BLW: Entscheidungshilfen zur Umsetzung der Klimastrategie Landwirtschaft (Treibhausgase) und bezüglich Massnahmen zur Reduktion der Ammoniakemissionen (BLW-Anliegen Nr. 251 und 314)
- BAFU: Jährliche Zahlen zum Landwirtschaftlichen Treibhausgasinventar der Schweiz, sowie Weiterentwicklung/Anpassung des Berechnungsmodells; verbesserte Ammoniak-Emissionsfaktoren
- Kantone ZH und BL: Beratung/Entscheidungshilfe bei Ressourcenprogramm Ammoniak
- Wissenschaft/Forschungspartner: Wissenstransfer und gemeinsame Publikationen

3.4 Impact

Die erwarteten Ergebnisse ermöglichen eine verbesserte Beurteilung und damit auch Förderung von Reduktionsmassnahmen für THG- und Ammoniak-Emissionen. Mögliche Zielkonflikte zwischen Reduktionsmassnahmen für Ammoniak und THG können rechtzeitig erkannt und vermieden werden. Längerfristig soll damit ein wichtiger Beitrag zur Erreichung der Klima- und Umweltziele Landwirtschaft und der entsprechenden internationalen Verpflichtungen geleistet werden. Die Resultate zu den gasförmigen Emissionen werden zusammen mit Aktivitäten von internen und externen Partnern bezüglich anderer Aspekte der Umweltwirkung und Ressourceneffizienz eine bessere Beurteilung der Nachhaltigkeit von Weidesystemen insgesamt ermöglichen.



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.41.1.2

Klimawandel & Landwirtschaft

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Landwirtschaft im Klimawandel: Analyse von Auswirkungen und Folgen für die Anpassung
Titel Originalsprache kurz	Klimawandel und Landwirtschaft
Titel englisch	Agriculture under climate change: analysis of impacts and implications for adaptation
Titel englisch kurz	Climate change and agriculture
Titel französisch	Changements climatiques et agriculture: analyse des impacts et implications pour l'adaptation
Titel französisch kurz	Changements climatiques et agriculture
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Pierluigi Calanca
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Matthias Volk
Keywords	Climate change, climate suitability, extreme events, production risks, N deposition, cropping systems, grassland, alpine ecosystems
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	13.1 Anpassungsstrategien an Klimawandel

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Es ist davon auszugehen, dass die klimatischen Bedingungen sich in Laufe der kommenden Jahrzehnte merkbar ändern werden. Eine weitere Erhöhung der Temperatur um bis zu 3°C bis 2050 wird als sicher betrachtet, aber auch eine deutliche Abnahme der Sommerniederschläge scheint ab 2050 sehr wahrscheinlich. Zusammen mit den Änderungen der mittleren Temperatur und des Niederschlagsregimes ist auch eine Änderung der Wetterextreme zu erwarten. Überdies ist mit einer Zunahme des anorganischen Stickstoffeintrags aus der Atmosphäre zu rechnen, welcher insbesondere für halbnatürlichen, alpinen Grünlandökosysteme von Bedeutung sein könnte. Diese Veränderungen werden sich auf die Produktivität der Nutzpflanzen auswirken.

Das Tätigkeitsfeld hat das Ziel, Grundlagen für die Beurteilung von Klimaauswirkungen zu erarbeiten und Folgerungen für die Anpassung abzuleiten. Drei thematische Schwerpunkte stehen im Zentrum der Forschungsarbeiten

1. Evaluation von standortspezifischen klimatischen Ertragspotentialen von Ackerkulturen, Grünland und Spezialkulturen
2. Beurteilung von Produktionsrisiken durch Wetter- und Witterungsextreme, insbesondere solche die durch extreme Trockenheit hervorgebracht werden
3. Untersuchung der Auswirkungen von erhöhten N-Eintrag und Temperatur auf die Ökologie von alpinen Wiesen

Das Tätigkeitsfeld leistet einen Beitrag zum thematischen Schwerpunkt „Klimaschutz und Klimawandel“, spezifisch zum Kernthema „Anpassungsstrategien an Klimawandel“, und zur Klimastrategie des BLWs (Stichwort „Wissen ausbauen“, Teilziele „Standorteignung“, „Starkniederschläge“, „Trockenheit“, „Hitzestress“). Zudem leistet es einen Beitrag zur Festlegung von Reduktionszielen für Schadstoffemissionen in Europa durch die „Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution“ (CLRTAP) der „United Nations Economic Commission on Europe“ (UNECE).

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Eine Temperaturerhöhung um 1 bis 3.5°C bis 2060 und abnehmende Niederschlagsmengen im Sommer ab Mitte des Jahrhunderts erscheinen aufgrund aktuellster Klimaszenarien für die Schweiz als wahrscheinlich, trotz erheblicher Unsicherheiten der Projektionen (CH2011, 2011). Hitzewelle und warme extreme werden mit grosser Wahrscheinlichkeit zunehmen, und Starkniederschläge dürften tendenziell häufiger auftreten (CH2011, 2011). Mit den steigenden Emissionen von Stickstoffverbindungen muss zudem mit einer Zunahme der Deposition von anorganischen Stickstoff (N) im Alpenraum von heute ca. 3 kg N ha⁻¹ a⁻¹ auf grob 15 kg N ha⁻¹ a⁻¹ bis 2050 gerechnet werden (Galloway et al. 2004).

Damit die Landwirtschaft auch in der Zukunft ihre Aufgaben wahrnehmen kann, ist eine Anpassung an die neuen Bedingungen notwendig. Dies wurde auch von Seite des Bundesrats, des Bundesamtes für Umwelt und des Bundesamtes für Landwirtschaft erkannt.

Zur Unterstützung der geplanten Umsetzung von Adaptionsoptionen ist die Erarbeitung von Entscheidungshilfen erforderlich. Das Tätigkeitsfeld nimmt Fragen auf, die sich diesbezüglich ergeben, und leistet einen Beitrag zur Umsetzung der Klimapolitik des BLWs.

Das Tätigkeitsfeld beinhaltet folgende Elemente:

1. Evaluation von standortspezifischen, klimatischen Ertragspotentialen von Ackerkulturen, Grünland und Spezialkulturen (Klima- und Standorteignung)
2. Entwicklung von Modellen und Erarbeitung von Indikatoren für die Beurteilung von Produktionsrisiken im Acker- und Futterbau durch wetter- bzw. Witterungsextreme, insbesondere Frühlings- und Sommertrockenheit.
3. Experimentelle Untersuchung der Auswirkungen von erhöhtem N-Eintrag, Temperatur und verändertem Niederschlagsregime auf die Ökologie von alpinen Wiesen

Das Tätigkeitsfeld grenzt sich gegenüber anderen Projekten sowohl bezüglich der gestellten Fragestellungen ab, als auch hinsichtlich der methodologischen Ansätze. Die Evaluation der Standorteignung und der Untersuchung von Produktionsrisiken erfolgt auf der Basis der statistischen und mathematischen Modellierung. Im Projekt AlpGrass wird das gleichzeitige Auftreten von erhöhter N-Deposition und Temperatur durch ein gezieltes Design des Experiments in einem langjährigen Feldversuch simuliert.

2.2 Ziele

Gesamtziel: Erarbeiten von Grundlagen für die Beurteilung der Auswirkungen des Klimawandels auf die Produktivität von Ackerkulturen und dem Grünland und für die Erkennung des daraus resultierenden Handlungsbedarf.

Aus der oben aufgeführten Problemstellung ergeben sich folgende **Teilziele:**

1. Bewertung des klimatischen Ertragspotentials von Ackerkulturen, Grünland und Spezialkulturen (am Beispiel Weinbau) unter heutigen und zukünftigen Klimabedingungen.
2. Modellunterstützte und statistische Untersuchung der Auswirkungen von Extremereignissen auf das Produktionspotential von Ackerkulturen und dem Grünland.
3. Identifizierung von kritischen Grössen für den atmosphärischen Eintrag von Stickstoff (Critical Load) in halb-natürliche (sub-) alpine Grasland-Ökosysteme vor dem Hintergrund von Klimaerwärmung und sich ändernden Niederschlagsmustern.

2.3 Literaturangaben

- Achermann, B. & Bobbink, R. (2003). Empirical Critical Loads for Nitrogen. Environmental Documentation No. 164, BUWAL
- Bassin S., Volk M., Fuhrer J. 2013. Species composition of subalpine grassland is sensitive to nitrogen deposition, but not to ozone, after seven years of treatment. DOI : 10.1007/s10021-013-9670-3.
- Blanke V., Bassin S., Volk M. & Fuhrer J. (2012). Nitrogen deposition effects on subalpine grassland: The role of nutrient limitations and changes in mycorrhizal abundance. *Acta Oecologica* 45, 57-65.
- Calanca P. (2007). Climate change and drought occurrence in the Alpine region: how severe are becoming the extremes? *Global and Planetary Change* 57: 151–160
- Calanca P. & Holzkämper A. (2010) Agrarmeteorologische Bedingungen im Schweizer Mittelland von 1864 bis 2050. *Agrarforschung Schweiz* 1(9), 320–325
- Calanca P., Smith P., Holzkämper A. & Ammann C. (2011). Die Referenzverdunstung und ihre Anwendung in der Agrarmeteorologie. *Agrarforschung Schweiz* 2(4): 176–183
- CH2011 (2011). Swiss Climate Change Scenarios CH2011. Published by C2SM, MeteoSwiss, ETH, NCCR Climate, and OcCC. Zurich, Switzerland, 88 pp.
- Fuhrer J. & Jasper K. (2009). Bewässerungsbedürftigkeit in der Schweiz. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Zürich, 74 S.
- Fuhrer J. (2012). Bewässerungsbedarf und Wasserdargebot unter heutigen und künftigen Klimabedingungen. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Zürich, 48 S.
- Galloway J.N. et al. (2004). Nitrogen cycles: past, present, and future. *Biogeochemistry* 70, 153–226
- Holzkämper A., Calanca P. & Fuhrer J. (2012). Statistical crop models: predicting the effects of temperature and precipitation changes. *Climate Research* 51, 11–21.
- Holzkämper A., Calanca P. & Fuhrer J. (2013). Identifying climatic limitations to grain maize yield potentials using a suitability evaluation approach. *Agricultural and Forest Meteorology* 168, 149–159.
- Jeanneret F. & Vautier P. (1977). Kartierung der Klimaeignung für die Landwirtschaft der Schweiz. *Geographica Bernensia*, Band 6, 108 S.
- Smith P., Calanca P. & Fuhrer J. (2012) A simple scheme for modeling irrigation water requirements at the regional scale applied to an Alpine river catchment. *Water* 2012, 4, 869-886; doi:10.3390/w4040869
- Volk M., Obrist D., Novak K., Giger R., Bassin S. & Fuhrer J. (2011). Subalpine grassland carbon dioxide fluxes indicate substantial carbon losses under increased nitrogen deposition, but not at elevated ozone concentration. *Global Change Biology* 17, 366–376

2.4 Daten und Methoden

Bewertung der Klimaeignung

Die Bewertung der Klimaeignung für Ackerkulturen basiert auf einem experten-basierten Modellansatz, bei dem das Ertragspotential als Funktion von relevanten agroklimatischen Indikatoren dargestellt wird. Die agroklimatischen Indikatoren werden für alle wichtigen Entwicklungsstadien ausgewertet, um daraus die limitierenden Faktoren zu bestimmen. Dafür müssen sogenannte Eignungsfunktionen definiert werden, die ausgehend von ersten experten-basierten Schätzungen mit Hilfe einer automatischen Optimierungsmethode datenbasiert verfeinert werden. Diese Arbeiten werden im Austausch mit der Forschungsgruppen (FG) 11.1 und 11.4 durchgeführt.

Dieser Ansatz wird für die Spezialkulturen (am Beispiel des Weinbaus) und das Grünland angepasst. Für die Erweiterung der Klimaeignungsbewertung für Rebbau werden zusätzlich zu den Meteostationsdaten in täglicher Auflösung landesweit Daten über Phänologie, Oechsle-Grade und andere Ernteparameter benötigt, um statistische Zusammenhänge zwischen Klima und Rebernte herzustellen. Dafür ist eine Zusammenarbeit mit der FG 15.5 geplant.

Die Bestimmung der Standorteignung für das Grünland wird an frühere Modellierungsarbeiten anknüpfen und wird von der FG 21.4 und 42.1 unterstützt.

Für die Gesamtbewertung der Klimaeignung für die Schweizer Landwirtschaft werden die resultierenden Eignungsfunktionen auf der Basis von räumlich explizit aufgelösten Klimadaten und Klimaszenarien von MeteoSchweiz flächenhaft ausgewertet.

Extremereignisse & Produktionsrisiken

Die Bewertung der Auswirkungen von Extremereignissen auf die Produktivität von Ackerkulturen, Spezialkulturen und das Grünland erfolgt einerseits mit Hilfe von Indikatoren, andererseits mit Hilfe von numerischen Simulationen. Im ersten Fall knüpfen die Arbeiten an frühere Untersuchungen im Rahmen der COST Aktion 734 (Impacts of Climate Change and Variability on European Agriculture – CLIVAGRI) und leisten einen wichtigen Beitrag zum neuen EU-Projekt MODextreme (MODelling vegetation response to EXTREMe Events). Es ist geplant eine systematische Literaturrecherche durchzuführen, und auf Expertenwissen innerhalb von Agroscope zurückzugreifen (FG. 11.1, 11.3, 11.4., 14.3, 21.4 und 42.1). Von besonderer Relevanz bei dieser Untersuchung ist die Frage des Zusammenhangs zwischen Extremereignissen und Klimavariabilität

Simulationsmodelle werden vor allem für die Untersuchung von trockenheitsbedingten Risiken entwickelt und eingesetzt. Es geht darum, eine verbesserte Beschreibung der Boden- und pflanzenphysiologischen Prozesse in bestehende Modellansätze zu integrieren, um die Sensitivität wichtiger Agrarökosysteme gegenüber Trockenheit zu untersuchen. Konkret geht es darum, ein besseres Verständnis der Effekte von extremer Trockenheit auf das Grünland, ausgewählte Ackerkulturen und den Obstbau zu erlangen. Daten aus Feldexperimenten der FG 11.1, 11.4, 14.3 und 21.4 dienen dazu als Basis.

N-Eintrag, Klima und Alpine Grünlandökosysteme

In einem Langzeit-Experiment (2004 bis 2010) wurden auf der Alp Flix (2000 m ü.M., Gemeinde Sur, GR) simulierte atmosphärische Stickstoffniederschläge und globale Ozonhintergrundbelastung als multifaktorielle Behandlung einer artenreichen Alpweide eingesetzt. Dafür wurden 180 Rasenziegel aus einer Ferkelkraut-Borstgras-Weide ausgestochen und in Kunststoffbehältern in den Boden eingesetzt. Die Stickstoffverbindungen wurden mit dem Giesswasser eingebracht, das Ozon stammte aus einer eigens dafür entwickelten Begasungsanlage. Ertrag, Futterqualität und Vegetationszusammensetzung wurden jährlich erhoben.

Die Daten aus diesem Experiment werden ausgewertet, um Erkenntnisse bez. Veränderungen der Produktivität bzw. der Biodiversität der Weide unter kombiniertem Schadstoffeinfluss zu gewinnen. Untersuchungen der Bodenorganismen (Mykorrhizen) geben Aufschluss über die Auswirkungen auf das Bodenleben. Besonderes Augenmerk gilt den durch die Schadstoffe hervorgerufenen Änderungen

des Wasser-, Kohlenstoff- und Stickstoffhaushalts. Bei diesen Analysen wird der Ozonfluss mit Hilfe eines Modells berechnet, welches aufgrund von lokalen Messdaten parametrisiert wird.

Zur Untersuchung der Wirkung von erhöhter Stickstoffdeposition unter sich ändernden Klimabedingungen wurde im Jahr 2012 ein umfangreiches, dreijähriges Experiment aufgebaut. Dazu wurden Rasenziegel aus artenreichen Alpwiesen entnommen und an drei klimatisch verschiedenen Standorten auf derselben Höhenstufe in Kunststoffbehältern wieder eingegraben. Die Standorte repräsentieren:

- a) ein unverändertes, heutiges Klima
- b) ein Klima mit leicht erhöhter Umgebungstemperatur und Strahlungsintensität bei gleichbleibender Niederschlagssumme
- c) ein Klima mit stark erhöhter Umgebungstemperatur und Strahlungsintensität bei reduzierter Niederschlagssumme.

Die Einführung einer zusätzlichen Bewässerungsstufe auf der Hälfte der Rasenziegel am niederschlagsreduzierten Standort ermöglicht es, die Stickstoffwirkung auf alpine Wiesenvegetation in vier verschiedenen projizierten Klimaszenarien zu testen. Pflanzenertrag, Zusammensetzung der funktionellen Pflanzengruppen, und Futterqualität werden jährlich erhoben.

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

Die Ergebnisse der Klimaeignungsbewertung sollen in Form von Karten mit dazugehöriger Dokumentation veröffentlicht werden. Darüber hinaus sollen aus dem Projekt gewonnene Erkenntnisse bezüglich Klimaeignung und Anpassung an den Klimawandel auch in Agroscope-internen, nationalen und internationalen Zeitschriften publiziert werden.

Ende 2014 wird zum Abschluss des BAFU-Projekts „AlpGrass“ ein Schlussbericht erstellt, sowie dem International Cooperative Programme ‚Vegetation‘ über den Fortschritt des Experiments und die ersten Resultate rapportiert.

3.2 Kunden

- BLW Direktionsbereich Strategie und Evaluation
- BAFU Sektion Luftqualität & Abteilung Klima
- Convention on Longrange Transboundary Air Pollution der UNECE: International Cooperative Programme ‚Vegetation‘
- OcCC/ProClim
- MeteoSchweiz
- Agridea; Landwirtschaftliche Bildungs- und Beratungszentren (z.B. Plantahof)
- Nationale und internationale Forschungspartner

3.3 Nutzen

- *BLW*. Verfügbarkeit von wissenschaftlichen Grundlagen zur Beurteilung von Klimaauswirkungen und der Notwendigkeit von Anpassungsmassnahmen. Die Untersuchung von Trockenheitsrisiken leistet einen Beitrag zur Umsetzung des Postulats Walter 10.3533 «Wasser und Landwirtschaft – Zukünftige Herausforderungen».

- *BAFU, Sektion Luftqualität.* Verfügbarkeit von Datengrundlagen zur Festlegung von Reduktionszielen für Schadstoffemissionen in Europa.
- *BAFU, Abteilung Klima.* Verfügbarkeit von Grundlagen für die Beratung und Umsetzung von Programmen zum Thema Anpassung an den Klimawandel
- *OcCC/ProClim.* Verfügbarkeit von Daten und Dokumentation für die Umsetzung des Auftrag des OcCC (Empfehlungen zu Fragen des Klimas und der Klimaänderungen zuhanden von Politik und Verwaltung zu formulieren)
- *MeteoSchweiz.* Verfügbarkeit von Grundlagen für die Beratung von Institutionen & Behörden (climate services)
- *Agridea; Landwirtschaftliche Bildungs- und Beratungszentren (z.B. Plantahof).* Verfügbarkeit von Methoden und Dokumentation für die Bearbeitung von Fragen im Zusammenhang mit dem Klimawandel
- *Nationale & international Forschungspartner.* Teilnahme an den Forschungsentwicklungen zum Thema Klimawandel und Möglichkeit gemeinsamer Publikationen.

3.4 Impact

- *BLW.* Eine bessere Datenbasis ermöglicht eine konsequentere Umsetzung der Klimastrategie.
- *BLW.* Möglichkeit zur Aktualisierung der Klimaeignungskarte für die Landwirtschaft aus dem Jahr 1977
- *BAFU, Abteilung Klima.* Umsetzung der Klimastrategie und Aufgleisung von Programmen zum Thema Anpassung an den Klimawandel
- *BLW & BAFU, Abteilung Klima.* Umsetzung von Bewässerungsprogramme
- *BAFU, Sektion Luftqualität.* Festlegung von Reduktionszielen für Schadstoffemissionen in Europa. (NB: Die Mitarbeiter des Projektes sind Mitglieder der „Working Group on Effects“ des „International Cooperative Programme on Effects of Air Pollutants on Natural Vegetation and Crops“ – ICP Vegetation).
- *Agridea; Landwirtschaftliche Bildungs- und Beratungszentren (z.B. Plantahof).* Zielgerichtete Beratung und Aufgleisung von neuen Aktivitäten zum Thema Klimawandel und Landwirtschaft
- *Nationale & international Forschungspartner.* Verbesserung von Verfahren und Modellen zur Beurteilung der Auswirkungen des Klimawandels und der daraus resultierenden Anpassungsoptionen.



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.41.1.3

Boden-C

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Quellen und Senken von CO ₂ in landwirtschaftlichen Böden - Prozesse, Identifizierung, Quantifizierung, Vermeidung
Titel Originalsprache kurz	Boden-C
Titel englisch	Carbon sources and sinks in agricultural soils – processes, identification, quantification, mitigation
Title english short	Soil-C
Titre français	Sources et puits de CO ₂ dans les sols agricoles – processus, identification, quantification, mitigation
Titre français bref	Sol-C
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Jens Leifeld
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Jürg Fuhrer
Keywords	CO ₂ , sequestration, management, mitigation, soil, climate
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	13.3 Boden als CO ₂ Senke/Quelle

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Die stattfindende Veränderung der Kohlenstoffgehalte von Böden stellt eine umweltpolitische und ökologische Herausforderung dar, bietet auf der anderen Seite aber auch ein grosses Vermeidungspotential im Bereich der landwirtschaftlichen Treibhausgasemissionen. Das Ziel des Tätigkeitsfeldes ist die Quantifizierung der Quellen und Senken, die Erforschung der dazugehörigen Prozesse und die Ableitung von Handlungsempfehlungen. Massnahmen mit relevantem Vermeidungspotential sollen identifiziert werden. Im Tätigkeitsfeld werden die Quellen und Senken von CO₂ in landwirtschaftlichen Böden unter drei Gesichtspunkten untersucht.

(1) Bei der Erforschung der Grundlagen stehen organische Böden, Pflanzenkohle, Gebirgsböden und Unterböden im Vordergrund (Prozesswissen).

(2) Im Bereich Modellvalidierung werden dynamische Simulationsmodelle sowie Humusbilanzierungen gegen unterschiedliche Langzeitmessungen und natürliche Gradienten getestet und gegebenenfalls verbessert (Anwendungswissen).

(3) Die Inventarisierung im Bereich des Schweizer Treibhausgasinventars sowie das Rechnen von Szenarien mit dem Ziel der Identifizierung von Vermeidungspotentialen („Mitigation“) findet auf einer aggregierten räumlichen Ebene statt. Handlungsempfehlungen werden in Bezug auf wichtige etablierte und neue Bewirtschaftungsmassnahmen entwickelt (Handlungswissen).

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Der Kohlenstoffhaushalt der meisten Mineralböden ist natürlicherweise annähernd in einem Gleichgewicht; intakte organische Böden akkumulieren stetig Kohlenstoff in Form von Torf. Durch Landnutzungswandel einschliesslich Entwässerung, landwirtschaftliche Bewirtschaftungsmassnahmen sowie Klimawandel nehmen diese Kohlenstoffgehalte tendenziell ab. Bestimmte Nutzungs- und Bewirtschaftungsmassnahmen können Teile des als CO₂ verlorenen Kohlenstoffs zurückgewinnen und möglicherweise zusätzlichen Kohlenstoff speichern. Dies fördert in den meisten Fällen auch andere Ökosystemfunktionen wie Bodenfruchtbarkeit oder Wasserspeicherfähigkeit.

Die Kenntnis des Kohlenstoffhaushaltes von landwirtschaftlich genutzten mineralischen Oberböden ist relativ weit fortgeschritten. Daher ist in diesem Bereich auch die modellgestützte Beschreibung der Kohlenstoffdynamik weit entwickelt. Dagegen ist die Veränderung der Kohlenstoffgehalte in a) genutzten organischen Böden, b) Gebirgsböden und c) Unterböden deutlich schlechter bekannt und die dazugehörigen Prozesse und Einflussfaktoren sind unzureichend erforscht. In diesen Kompartimenten ist das Prozesswissen für die Anwendung von Modellen daher noch zu klein bzw. es existieren noch keine entsprechenden Modelle. Daneben gibt es mit dem Einsatz von Pflanzenkohle im Boden eine neue potentielle Bewirtschaftungsmassnahme, deren Auswirkung auf den Kohlenstoffhaushalt und andere Bodeneigenschaften nur sehr punktuell bekannt ist.

2.2 Ziele

Oberziel: Identifizierung und Quantifizierung der CO₂ Quellen und Senken in landwirtschaftlichen Böden der Schweiz, die Erforschung der dazugehörigen Prozesse und die Ableitung von Handlungsempfehlungen. Auf der räumlichen Ebene werden die Skalen Feld, Region, Land untersucht; die zeitliche Skala umfasst Zeiträume von wenigen Jahren bis ca. 100 Jahre. Das Tätigkeitsfeld adressiert alle Typen landwirtschaftlicher Böden. Methodisch wird mit prozessorientierten mathematischen Modellen, mit Manipulationsexperimenten, mit Langzeitversuchen sowie mit Gradienten gearbeitet. Eine Verzahnung von empirischen Ergebnissen und Modellanwendung soll das Rechnen von Szenarien ermöglichen, in denen die Auswirkung derzeitiger und zukünftiger Bewirtschaftung auf die Bodenkohlenstoffgehalte quantifiziert wird. Dabei wird eine Homogenisierung der Methodik mit derjenigen, wie sie im nationalen Treibhausgasinventar genutzt und weiterentwickelt wird, angestrebt.

Das Tätigkeitsfeld umfasst drei Stufen der Forschung und Implementierung, die zeitgleich stattfinden: **Teilziel 1, Grundlagen: Generierung von Prozesswissen im Bereich Dynamik des Bodenkohlenstoffs.** Als Schwerpunkte werden organische Böden, Pflanzenkohle, Gebirgsböden und Unterböden untersucht. Bei Mineralböden ist das Ziel ein verbessertes Prozessverständnis (z.B. Rolle der Unterbodeneinträge; priming; Substratnutzungseffizienz), die Quantifizierung der Effekte der Faktoren Klima, N-Deposition und Bewässerung bei Gebirgsböden, die Erweiterung bestehender Boden-C-Modelle auf den Unterboden und die Co-Simulation von Radiokohlenstoff. Für organische Böden wird die Weiterentwicklung und Validierung von Messmethoden zur Abschätzung der C-Verluste nach

Entwässerung angestrebt sowie ein grundlegendes Verständnis darüber, welche Faktoren den C-Verlust steuern. Die Forschung im Bereich Pflanzenkohle hat zum Ziel, Parameter zur Charakterisierung der Pflanzenkohlequalität zu entwickeln und die Auswirkung ihrer Anwendung auf den C- und N-Haushalt des Agrarökosystems zu quantifizieren.

Teilziel 2, Modellvalidierung und Anwendung: Validierung und Weiterentwicklung von dynamischen Simulationsmodellen und von Humusbilanzierungen. Simuliert werden landwirtschaftliche mineralische Oberböden aus Langzeitbeobachtungen mit dem Ziel, die Auswirkung von Landnutzungswandel und der Bewirtschaftungsmaßnahmen organische Düngung, Fruchtfolge, Zwischenkulturen auf den C-Haushalt von Böden an unterschiedlichen Standorten zu quantifizieren.

Teilziel 3, Inventarisierung, Szenarien, Handlungsempfehlungen: Quantifizierung der derzeitigen und zukünftigen CO₂-Quellen und Senken in landwirtschaftlichen Böden für das Schweizer Treibhausgasinventar. Weiterentwicklung der Berichterstattung LULUCF und Anpassung an die revidierten IPCC guidelines. Revision der Fläche genutzter organischer Böden und ihres Zustandes. Simulation von landwirtschaftlichen Szenarien (z.B. Nutzungsintensitäten) und ihre Auswirkung auf den Bodenkohlenstoff (Mineralböden). Entwicklung erster Handlungsempfehlungen für die Nutzung organischer Böden.

2.3 Literaturangaben

- Budge, K., Leifeld, J., Hiltbrunner, E., Fuhrer, J., 2011. Alpine grassland soils contain large proportion of labile carbon but indicate long turnover times. *Biogeosciences* 8: 1911-1923.
- Conant, R.T., Ryan, M.G., Ågren, G.I. et al., 2011. Temperature and soil organic matter decomposition rates – synthesis of current knowledge and a way forward. *Global Change Biology* 17: 3392-3404.
- Köck, K., Leifeld, J., Fuhrer, J. 2013. A model-based inventory of sinks and sources of CO₂ in agricultural soils: development of a concept. Forschungsanstalt Agroscope, Zürich, 189 pp.
- Leifeld, J., 2013. Prologue paper: Soil carbon losses from land-use change and the global agricultural greenhouse gas budget. *Science of the Total Environment*, doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.03.050.
- Leifeld, J., 2013. Low-input farming: a way towards climate friendly agriculture? *Carbon Management* 4: 31-41.
- Leifeld, J., von Lützw, M., 2013 Chemical and microbial activation energies of soil organic matter decomposition. *Biology and Fertility of Soils*, doi.10.1007/s00374-013-0822-6.
- Leifeld, J., Bassin, S., Conen, F. et al., 2013. Control of soil pH on turnover of belowground organic matter in subalpine grassland. *Biogeochemistry* 112: 59-69.
- Leifeld, J., Angers, D.A., Chenu, C. et al., 2013. Organic farming gives no climate change benefit through soil carbon sequestration. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110, 301.
- Leifeld, J., Ammann, C., Neftel, A., Fuhrer, J., 2011. A comparison of repeated soil inventory and carbon flux budget to detect soil carbon stock changes after conversion from cropland to grasslands. *Global Change Biology* 17: 3366-3375.
- Leifeld, J., Müller, M., Fuhrer, J., 2011. Peatland subsidence and carbon loss from drained temperate fens. *Soil Use and Management* 27: 170-176.
- Leifeld, J., Fuhrer, J., 2010. Organic farming and soil carbon sequestration – what do we really know about the benefits? *Ambio* 39: 585-599.
- Meyer, S., Leifeld, J., Bahn, M., Fuhrer, J., 2012. Free and protected soil organic carbon dynamics respond differentially to abandonment of mountain grassland. *Biogeosciences* 9: 853-865.
- Regnier, P., Friedlingstein, P., Ciais, P. et al., 2013. Global carbon budget and its anthropogenic perturbation in the land-ocean aquatic continuum. *Nature Geoscience* 6: 597-607.
- Schmidt, H.P., Abiven, S., Kammann, C. et al., 2012: Guidelines for biochar production - European Biochar Certificate. Delinat Institute und Biochar Science Network, Ayent, 16 pp.

2.4 Daten und Methoden

Das Tätigkeitsfeld stützt sich sowohl auf eigene (experimentelle) Daten innerhalb der FG 41.1 als auch auf Daten anderer, die allgemein verfügbar sind oder im Rahmen von Kooperationen zur Verfügung gestellt werden. Eigene experimentelle Daten werden im Rahmen verschiedener Projekte, insbesondere der unter Abschnitt 3 aufgeführten, erhoben. Bei letzteren Daten handelt es sich v.a. um Angaben zu Kohlenstoffvorräten in Böden einschliesslich Unterböden und organischer Böden, um Isotopengehalte (^{13}C , ^{14}C , ^{15}N) in Böden und um Flussmessungen (CO_2 , N_2O , evt. CH_4). Allgemein verfügbare Daten sind v.a. Angaben aus der landwirtschaftlichen Statistik, Meteorologischen Daten, sowie veröffentlichte Bodendaten und Daten aus Langzeitexperimenten in der Schweiz (v.a. DOK, ZOFE). Daten Dritter betreffen v.a. Messungen im Rahmen von Nabodat und Naboflux. Die rechtzeitige Verfügbarkeit dieser Daten ist derzeit noch nicht gesichert, aber wichtig für die Umsetzung der modellgestützten C-Inventarisierung für das Schweizer Treibhausgasinventar.

Es gibt drei methodische Schwerpunkte. **Messung und Methodvalidierung** betrifft die Erhebung eigener Daten zur Abschätzung der C-Quellen und Senken und die Entwicklung von Methoden, insbesondere für die CO_2 -Emission genutzter organischer Böden. **Modellierung** betrifft die Validierung, Anwendung und Weiterentwicklung dynamischer Modelle zur Simulation von CO_2 -Flüssen bzw. Bodenkohlenstoffgehalten und deren Implementierung in das nationale Treibhausgasinventar. **Metanalysen** betrifft die Auswertung und Interpretation allgemein verfügbarer Daten um die Rolle von Landnutzung und Bewirtschaftung in einen grösseren Kontext einordnen zu können.

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

Neben dem Agroscope-internen Wissenstransfer (Kolloquien, Berichte, ASPSA) werden im Tätigkeitsfeld eine Reihe qualitativ hochwertiger Publikationen mit externer Begutachtung (peer-review) in unterschiedlichsten Zeitschriften (national, international) veröffentlicht werden. Aufgrund der Erfahrung der letzten Jahre sind pro Jahr jeweils 6-9 begutachtete Artikel in internationalen Zeitschriften und 2-3 sonstige Artikel zu erwarten. Bei der Berichterstattung innerhalb der Drittmittelprojekte sind diejenigen an das BAFU wegen ihres Umfangs und nationalen impacts relevant. Da zwei der Drittmittelprojekte im NFP 68 platziert sind, spielt der im NFP 68 implementierte Wissenstransfer, der insbesondere auf die Vernetzung innerhalb der Schweizer Forschungslandschaft abzielt, eine wesentliche Rolle. Daneben wird es am BAFU einen jährlich tagenden runden Tisch zum Thema Moorschutz/Klimaschutz geben. Eine wichtige Funktion für die internationale Sichtbarkeit spielen daneben die Mitgliedschaften / Beiträge a) zur Global Research Alliance on Agricultural Greenhouse Gases und b) zum COST Projekt 'Biochar as option for sustainable resource management'.

3.2 Kunden

- BAFU, Sektion Klimaberichterstattung
- BAFU, Sektion Luftqualität
- BLW, Direktionsbereich Strategie und Evaluation, Fachbereich Ökologie
- Bodenschutzfachstelle Kanton Bern
- Agridea
- Forschungspartner (ETH, Universitäten Basel, Bern, Zürich; diverse Partner Ausland)

3.3 Nutzen

- BAFU, Sektion Klimaberichterstattung: Beitrag zur Neu- sowie Weiterentwicklung der Inventarisierung von C Quellen und Senken im Bereich LULUCF
- BAFU, Sektion Luftqualität: Beitrag Abschätzung N Deposition und Klimawandel auf C Haushalt von Gebirgsböden
- BLW, Direktionsbereich Strategie und Evaluation, Fachbereich Ökologie: Abschätzung Sequestrierungspotentiale landwirtschaftlicher Tätigkeit; gleichzeitig Beitrag zu AG Klimareporting
- Bodenschutzfachstelle Kanton Bern: Beitrag Quellenabschätzung landw. genutzter organischer Böden im Seeland
- Agridea: Nutzung des Instrumentes Humusbilanzierung in der Praxis
- Alle öffentlichen Institutionen: Bereitstellung von Publikationen und Dokumenten als Entscheidungshilfe z.B. hinsichtlich der Anrechenbarkeit von C Quellen- und Senken im Kontext Klimareporting oder hinsichtlich optimierter Bewirtschaftungssysteme
- Forschungspartner: Wissenstransfer, gemeinsame Publikationen

3.4 Impact

Die Forschung im Bereich Quellen und Senken von CO₂ ist sowohl national als auch international bereits jetzt gut etabliert. Das Tätigkeitsfeld wird durch die bestehenden (C. Alewell, M.W.I. Schmidt) und neu hinzukommenden (J. Six; neues ¹⁴C Labor Oeschger Centre Uni Bern) Kooperationen innerhalb der Schweiz die Position von Agroscope im Kernthema trotz der gut ausgestatteten Forschung an anderen Schweizer Forschungsinstitutionen weiter stärken. Auch international wird die Arbeit des bisherigen Projektfeldes deutlich wahrgenommen. Die zu erwartenden Ergebnisse der modellgestützten Inventarisierung und der Anwendung und Erweiterung bestehender Modelle im Rahmen der bewilligten Drittmittel wird im In- und Ausland gut sichtbar sein. Insbesondere die angestrebte Kombination von Modellierung und Nutzung (eigener) experimenteller Daten und ihrer Anwendung auf unterschiedlichen Raum- Zeitskalen wird einen von aussen leicht identifizierbaren Schwerpunkt der Agroscope Forschung bilden.

Die Zuordnung von C-Quellen und Senken zu landwirtschaftlichen Tätigkeiten ist eine Voraussetzung für den zielgerichteten Einsatz von Anreiz- oder Vermeidungssystemen, wie sie vom BLW diskutiert werden. Die Bewertung von Bewirtschaftungsoptionen durch die Berechnung unterschiedlicher Szenarien ermöglicht die Ausformulierung von Handlungsempfehlungen. Die Entwicklung des modellgestützten Inventarisierungssystems entspricht einer grundlagenorientierten Anwendungsforschung und fördert zukünftige Kooperationen mit dem BAFU und die Zusprennung von Drittmitteln seitens des BAFU.



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.41.2.1

Nährstoffeffizienz und Gewässerschutz

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Nährstoffeffizienz und landwirtschaftlicher Gewässerschutz
Titel Originalsprache kurz	Nährstoffeffizienz und Gewässerschutz
Titel englisch	Nutrient efficiency and agricultural water protection
Title English short	Nutrient efficiency and water protection
Titre française	Efficiency des éléments nutritifs et protection des eaux dans l'agriculture
Titre française courte	Efficiency des éléments nutritifs et protection des eaux
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Richner Walter
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Prasuhn Volker
Keywords	Farming systems, long-term field trials, lysimeters, nitrate leaching, nitrogen, nutrient efficiency, nutrient-turnover processes, organic farming, principles of fertilization in arable and forage crop production, soil erosion, soil testing, soil organic matter, phosphorus, rhizodeposition
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	12.1 «Schutz/schonende Nutzung natürlicher Ressourcen»

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Emissionen von Stickstoff (N) und Phosphor (P) aus der Landwirtschaft und die dadurch verursachte Belastung von Gewässern und anderer Umweltkompartimente ist eines der wichtigsten landw. Umweltprobleme. Verschiedene der «Umweltziele Landwirtschaft» des Bundes im Bereich der Nährstoffe sind noch nicht erreicht (vgl. z. B. BAFU-Bericht «Stickstoffflüsse in der Schweiz 2020»). Die Verbesserung der N- und P-Effizienz der Landwirtschaft ist deshalb ein wichtiges ökologisches Ziel der Agrarpolitik des Bundesamts für Landwirtschaft (BLW).

Das Oberziel dieses Tätigkeitsfeldes ist die Erarbeitung von wissenschaftlichen Erkenntnissen für die Verbesserung der Nährstoffeffizienz – mit Priorisierung von N und P – in landwirtschaftlichen Produk-

tionssystemen, mit dem Ziel der Verminderung der Nährstoffverluste aus der Landwirtschaft in Oberflächengewässer und Grundwasser.

Die Ergebnisse der Forschungsarbeiten im Rahmen dieses Tätigkeitsfelds führen zu neuen Erkenntnissen im Bereich des Prozessverständnisses bezüglich Nährstoffumsatz und -effizienz, die für die wissenschaftliche Gemeinschaft von Bedeutung sind. Verwaltung, landwirtschaftliche Beratung und Praxis profitieren von aktuellen Düngungsgrundlagen und anwendungsorientierten Erkenntnissen für die Verbesserung der Nährstoffeffizienz zur Reduktion der Nährstoffverluste in Oberflächengewässer und das Grundwasser und für die Verringerung der Bodenerosion. Die gewonnenen Forschungsdaten und -erkenntnisse dienen zudem als 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.

Ein wichtiges Element für die Forschungsarbeiten wie für die praktische Umsetzung der Erkenntnisse sind die Referenzmethoden zur Boden- und Düngeruntersuchung als Basis für eine schweizweit einheitliche und nachvollziehbare Bewertung von Böden und Düngern.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Die effiziente Nutzung von Nährstoffen in der landwirtschaftlichen Produktion ist einerseits aus Gründen der Ressourcenschonung (P) und andererseits wegen der Umweltbelastung durch Nährstoffverluste (Nitrat, P, Ammoniak, Lachgas) eine grundlegende Voraussetzung für die Entwicklung von nachhaltigen Produktionssystemen. Im Rahmen der Ökologisierung der Landwirtschaft und der damit verbundenen Forderung einer besseren Nutzung der boden- und hofdüngerbürtigen Nährstoffe ist eine Verbesserung der Nährstoffeffizienz für die Weiterentwicklung von landwirtschaftlichen Produktionssystemen unabdingbar. Damit einher geht das Ziel einer Reduktion der Umweltbelastungen durch Nährstoffverluste aus der Landwirtschaft.

Die weitere Verbesserung der N- und P-Effizienz der schweizerischen Landwirtschaft ist ein wichtiges ökologisches Ziel der Agrarpolitik 2014-17 des BLW. Die Forschungsarbeiten im Rahmen dieses Tätigkeitsfelds sind deshalb primär auf die Gewinnung von Erkenntnissen für die Verbesserung von Nährstoffeffizienz und -management in landwirtschaftlichen Produktionssystemen ausgerichtet. Die gezielte Verbesserung der Kenntnisse der Prozesse, die in den Umsatz und die Bereitstellung und Aufnahme von Pflanzennährstoffen involviert sind, ist zudem eine grundlegende Voraussetzung zur Weiterentwicklung von nachhaltigen Landbausystemen wie z. B. dem Biolandbau.

N-, P- und Sedimentverluste aus der Landwirtschaft beeinträchtigen nach wie vor Oberflächengewässer und das Grundwasser. Auch wenn die Ökologisierung der Landwirtschaft zu einem Rückgang der N-, P- und Sediment-Einträge geführt hat, konnten die gesteckten Ziele der Agrarpolitik bezüglich Gewässerqualität grösstenteils nicht erreicht werden. Bestehende (Art. 62a GSchG) und neue regionale Programme (Art. 77a LwG) des Bundes, Anpassungen der ÖLN-Richtlinien im Bereich Bodenbedeckung und Erosion sowie Ressourceneffizienzbeiträge im Rahmen der neuen Agrarpolitik 2014-17 sollen zur Behebung dieser Defizite beitragen. Für die Beurteilung der Effizienz der zu ergreifenden Massnahmen bedarf es wissenschaftlicher Grundlagen. Bezüglich Grundwasserbelastung mit Nitrat fehlen gesicherte, quantitative Angaben zu Auswirkungen des Biolandbaus, konservierender Bodenbearbeitungsverfahren, des Anbaus verschiedener Zwischenkulturen sowie des Einsatzes von Hofdüngern. Auch über die möglichen Auswirkungen des Klimawandels auf die Schadstoffverfrachtung ins Grundwasser bestehen Defizite. Bezüglich der P-Belastung von Oberflächengewässern durch Abschwemmung und Erosion sind bestehende Instrumente zu verbessern, die erlauben, die beitragenden Flächen auf Einzugsgebietsebene zu identifizieren, um gezielt Massnahmen vorschlagen zu können.

Die Wahrnehmung von unterstützenden Aufgaben im Rahmen des gesetzlichen Vollzugs des BLW ist ein weiterer Schwerpunkt der Arbeiten im Rahmen dieses Tätigkeitsfelds. Sie umfassen primär die pe-

riodische Revision der «Grundlagen für die Düngung» (GRUD), Beiträge zur Weiterentwicklung der «Suisse-Bilanz» sowie die jährliche Anerkennung von privaten Labors für ÖLN-Bodenanalysen und Düngerkontrolle auf Basis der Referenzmethoden zur Boden- und Düngeruntersuchung. Da es sich dabei meistens um so genannte Konsensmethoden handelt, die ausschliesslich in der Schweiz eingesetzt werden, sind deren Resultate nur bei einheitlicher, nachvollziehbarer Anwendung vergleich- und interpretierbar. Eine fundierte Methodensammlung sowie der regelmässige Vergleich ihrer Anwendung in Ringversuchen sind deshalb eine unabdingbare Basis für jegliche Forschungs- und Vollzugsarbeit im landwirtschaftlichen Umweltbereich. Externe Referenzen oder direkt vergleichbare Resultate in internationalem Rahmen stehen nicht zur Verfügung.

2.2 Ziele

Oberziel

Das Oberziel dieses Tätigkeitsfelds ist die Erarbeitung von wissenschaftlichen Erkenntnissen für die Verbesserung der Nährstoffeffizienz – mit Priorisierung von N und P – in landwirtschaftlichen Produktionssystemen, mit dem Ziel der Verminderung der Nährstoffverluste aus der Landwirtschaft in Oberflächengewässer und Grundwasser.

Teilziele

1. Verbesserung des Wissensstands zu den N- und C-Umsatzprozessen im System «Boden – organische Dünger – Pflanze» und der Phosphor-, Kalium- und Magnesiumversorgung des Bodens mithilfe von Langzeitversuchen.
2. Bewertung der Umweltwirkungen nachhaltiger landwirtschaftlicher Bewirtschaftungssysteme anhand von Langzeitversuchen.
3. Erarbeitung von fachlichen Grundlagen für die Evaluation und Weiterentwicklung von neuen Düngungs- und Produktionssystemen hinsichtlich der Steigerung der Nutzungseffizienz von Nährstoffen in Hof- und Recyclingdüngern zur Verringerung von Nährstoffverlusten in die Umwelt.
4. Charakterisierung der Düngewirkung organischer Dünger (Hof- und Recyclingdünger), die in der schweizerischen Landwirtschaft und v.a. im Biolandbau als hauptsächliche Nährstoffquelle dienen.
5. Periodische Überprüfung und regelmässige Aktualisierung der fachlichen Basis für die «Grundlagen für die Düngung» (GRUD) der verschiedenen Kulturen sowie redaktionelle Erarbeitung und Veröffentlichung der Revision 2015 in Zusammenarbeit mit den Instituten für Pflanzenbauwissenschaften und Nutztierwissenschaften (Federführung des Instituts für Nachhaltigkeitswissenschaften für die GRUD-Module Charakterisierung des Bodens, Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit, Dünger, Düngerausbringtechnik und Umweltauswirkungen der Düngung).
6. Früherkennung von neuen Entwicklungen im Bereich der Düngung (neue Verfahren oder Düngereprodukte).
7. Quantifizierung der N-, P- und Sedimenteinträge aus der Landwirtschaft in die Gewässer mittels Messungen unter teilkontrollierten Bedingungen, im Feld sowie über Modellierungen:
 - a) Messung der Nitratauswaschung bei unterschiedlichen Anbausystemen (Biolandbau, ÖLN) und Kulturmassnahmen (z. B. konservierende Bodenbearbeitung, Anbau verschiedener Zwischenkulturen, Hofdüngeranwendung) mittels Lysimeterversuchen.
 - b) Bestimmung von Boden- und P-Verlusten durch Wassererosion mittels Messungen unter Feldbedingungen.
 - c) Quantifizierung der diffusen N- und P-Austräge aus der Landwirtschaft in die Gewässer der Schweiz.
 - d) Beiträge zur internationalen Berichterstattung des BAFU im Bereich des Gewässerschutzes (z. B. für OECD, IKS, OSPAR).
8. Bereitstellung von fachlichen Grundlagen und Durchführung von spezifischen Arbeiten im Rahmen der Politikberatung und des Gesetzesvollzugs für das BLW und das Bundesamt für Umwelt (BAFU), insbesondere in den Bereichen Nährstoffbilanzierung («Suisse-Bilanz»), Düngerezulassung

- sung, Programme für die nachhaltige Ressourcennutzung (gem. Art. 77a und 77b LwG), Projekte nach GSchG Art. 62a, und allgemeine Landwirtschafts- und Umweltgesetzgebung.
9. Systematische Erneuerung der Referenzmethoden zur Boden- und Düngeruntersuchung von Agroscope, damit sie dem aktuellen Stand von Technik und praktischen Anforderungen entsprechen. Wo möglich wird eine Methodenharmonisierung mit internationalen Normen (CEN, ISO) gesucht, was aktive Mitarbeit in den Normierungsorganisationen bedingt, soweit die Ressourcen dies erlauben.
 10. Erarbeitung von wissenschaftlichen Grundlagen für die Agrarumweltindikatoren in den Themenbereichen Stickstoff, Phosphor und Boden, für die die FG 41.2 verantwortlich ist.
 11. Beiträge zu neuen Agroscope-Forschungsprogrammen und zu der geplanten Systemforschung auf dem Versuchsbetrieb Tänikon.

2.3 Literaturangaben

- Arncken C.M., Mäder P., Mayer J. & Weibel F.P., 2012. Sensory, yield and quality differences between organically and conventionally grown winter wheat. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **92** (14), 2819-2825.
- 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** (10), 378-383.
- Flisch R., Zihlmann R., Briner P. & Richner W., 2013. Das CULTAN-Verfahren im Eignungstest für den schweizerischen Ackerbau. *Agrarforschung Schweiz* **4** (1), 40-47.
- Demaria P., Sinaj S., Flisch R. & Frossard E., 2013. Soil properties and phosphorus isotopic exchangeability in cropped temperate soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* **44** (1-4), 287-300.
- Frey M., Konz N., Stamm C. & Prasuhn V., 2011. Identifizierung von Flächen, die überproportional zur Gewässerbelastung beitragen. *Agrarforschung Schweiz* **2** (4), 156-161.
- Gunst L., Richner W., Mäder P. & Mayer J., 2013. DOK-Versuch: Nährstoffversorgung in Winterweizen – Wo wird es eng? *Agrarforschung Schweiz* **4** (2), 74-81.
- Hahn C., Prasuhn V., Stamm C. & Schulin R., 2012. Phosphorus losses in runoff from manured grassland of different soil P status at two rainfall intensities. *Agriculture, Ecosystems & Environment* **153**, 65-74.
- Keller M., Oberson A., Annaheim K.E., Tamburini F., Mäder P., Mayer J., Frossard E. & Bünemann E.K., 2012. Phosphorus forms and enzymatic hydrolyzability of organic phosphorus in soils after 30 years of organic and conventional farming. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* **175** (3), 385-393.
- Prasuhn V., 2010. Zeitliche Variabilität von Bodenerosion - Analyse von 10 Jahren Erosionsschadenskartierungen im Schweizer Mittelland. *Die Bodenkultur* **61** (2), 47-57.
- Prasuhn V., 2011. Soil erosion in the Swiss midlands: Results of a 10-year field survey. *Geomorphology* **126**, 32-41.
- Prasuhn V., 2012. On-farm effects of tillage and crops on soil erosion measured over 10 years in Switzerland. *Soil & Tillage Research* **120**, 137-146.
- Prasuhn V., Liniger H., Gisler S., Herweg K., Candinas A. & Clément J.P., 2013. A high-resolution soil erosion risk map of Switzerland as strategic policy support system. *Land Use Policy* **32**, 281-291.
- Richner W., Flisch R., Sinaj S. & Charles R., 2010. Ableitung der Stickstoffdüngungsnormen von Ackerkulturen. *Agrarforschung Schweiz* **1** (11+12), 410-415.
- Spiess E., Prasuhn V. & Stauffer W., 2011. Einfluss von organischer und mineralischer Düngung auf die Nährstoffauswaschung. *Agrarforschung Schweiz* **2** (9), 376-381.
- Wichern F., Mayer J., Joergensen R. & Müller T., 2010. Evaluation of the wick method for in situ C-13 and N-15 labelling of annual plants using sugar-urea mixtures. *Plant and Soil* **329** (1-2), 105-115.

2.4 Daten und Methoden

Wichtigste Methoden:

- Die auf den Lysimeteranlagen von ART (Reckenholz 72er-Anlage; Reckenholz 12er-Anlage; Tänikon 9er-Anlage, Eschikon 4er-Anlage) angelegten Langzeitversuche zur Nitratauswaschung werden entsprechend den Versuchsplänen fortgeführt;
- Die Erosionsschadenskartierungen auf Ackerland am Frienisberg werden im Rahmen des Langzeit-Monitorings fortgesetzt;
- Die Erosionsrisikokarte ERK2 wird weiterentwickelt und deren Einsatz in der Praxis wissenschaftlich begleitet;
- Das an ART entwickelte Stoffflussmodell MODIFFUS wird weiterentwickelt und flächendeckend für die ganze Schweiz eingesetzt (laufendes BAFU-Projekt).
- Weiterführung von Langzeit-Düngungsversuchen zur Ableitung von Interpretationsschemata für die Bodenuntersuchung;
- Isotopenuntersuchungen mit ¹⁵N- und ¹³C-Markierung in den Langzeitversuchen DOK und ZOFE (A493) zur Quantifizierung des über Rhizodeposition in den Boden gelangenden Stickstoffs und Kohlenstoffs.
- Fachliche Überprüfung und redaktionelle Revision der Düngungsgrundlagenwerke;
- Bearbeitung von Fachdossiers und –fragen im Bereich im Bereich der Düngung und der Umwelt- und Landwirtschaftsgesetzgebung.

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

Die Berichterstattung wird primär in Form von wissenschaftlichen Publikationen und Vorträgen erfolgen. Für den Wissenstransfer in Beratung und Praxis werden auch Veröffentlichungen in anwendungsorientierten Zeitschriften geschrieben werden und Vorträge an Veranstaltungen für Berater und Landwirte gehalten werden.

Eine weitere wichtige Art der Berichterstattung wird die Veröffentlichung der Revision 2015 der «Grundlagen für die Düngung» von Agroscope sein; diese bilden die Basis sowohl für die Düngung in der Praxis als auch für die Gestaltung von Instrumenten für den Vollzug der Agrarpolitik (z. B. «Suisse-Bilanz»).

Weiter werden Ergebnisse der Arbeiten im Rahmen dieses Tätigkeitsfeldes in Form von Berichten und Gutachten für die Verwaltung vermittelt werden.

3.2 Kunden

Die Hauptkunden dieses Tätigkeitsfeldes sind:

- BLW
- Übrige Verwaltung (v. a. BAFU, kantonale Verwaltung)
- Landwirtschaftliche Beratung und Praxis
- Hochschulen
- Wissenschaftliche Gemeinschaft
- öffentliche und private Labors für Boden- und Düngeruntersuchung.

3.3 Nutzen

Die Hauptkundengruppen dieses Tätigkeitsfeldes profitieren von den folgenden Leistungen:

- BLW: fachliche Grundlagen (z. B. GRUD) für die Weiterentwicklung von ÖLN (z. B. «Suisse-Bilanz») und Ressourcenprogrammen sowie den Gesetzesvollzug (z. B. Vollzugshilfen für den Umweltschutz in der Landwirtschaft, Projekte nach GSchG Art. 62a).
- Übrige Verwaltung (Bund, Kantone): Berichte und Stellungnahmen; fachliche Grundlagen für die internationale Berichterstattung des BAFU im Bereich Gewässerschutz (OSPAR, IKS, OECD).
- Hochschulen: Feldexkursionen, Lysimeterführungen und Einsätze in der Lehre.
- Landw. Beratung und Praxis: praxisorientierte Publikationen, Düngungsgrundlagen (GRUD) und Beiträge zu weiteren Bildungs- und Beratungsunterlagen (z. B. Merkblätter).
- Wiss. Gemeinschaft: wissenschaftliche Publikationen, neue Erkenntnisse und Daten für die Weiterentwicklung von Simulationsmodellen und von Ökobilanzierungsinstrumenten.
- Labors: Forschungs- und Vollzugslabors können mit standardisierten, erprobten und validierten Methoden für Boden- und Düngungsanalysen arbeiten und erzielen vergleich- und interpretierbare Resultate. ART unterstützt die Labors beratend.

3.4 Impact

Wir erwarten, dass die schweizerischen Landwirte N- und P-Dünger effizienter einsetzen und vermehrt vorbeugende Massnahmen gegen Bodenerosion treffen. Dadurch werden die Nährstoff- und Sedi-mentbelastung von Oberflächen- und Grundwasser sowie die Nährstoffverluste in die Atmosphäre (Ammoniak und Lachgas) weiter abnehmen.



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.41.2.2

Agrarumweltindikatoren

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Zentrale Auswertung der Agrarumweltindikatoren (ZA-AUI)
Titel Originalsprache kurz	Agrarumweltindikatoren
Title English	Central evaluation of agri-environmental indicators (CA-AUI)
Title English short	Agri-environmental indicators
Titre française	Dépouillement centralisé des indicateurs agro-environnementaux (DC-IAE)
Titre française courte	Indicateurs agro-environnementaux
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Richner, Walter
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Bosshard, Christine
Keywords	agri-environmental indicator, farm network, monitoring
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	12.1 «Schutz/schonende Nutzung natürlicher Ressourcen»

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Gemäss der Verordnung über die Beurteilung der Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft (SR 919.118) ist das BLW zur Überprüfung der Agrarpolitik und der Leistungen der Landwirtschaft unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit verpflichtet. Das BLW hat ART mit der Vereinbarung «Kompetenzzentrum AUI» die Verantwortung für die Methodenentwicklung und die zentrale Auswertung der Agrarumweltindikatoren (AUI) des Typs «Antriebskräfte» und «Potenzielle Umweltwirkungen» auf betrieblicher und regionaler Ebene übertragen. Im Rahmen eines Monitoring werden anhand von Datenaufzeichnungen von aktuell rund 300 Landwirtschaftsbetrieben (geplant ist eine Erhöhung auf ca. 800 Betriebe) AUI zu den Themenbereichen Stickstoff, Phosphor, Energie/Klima, Wasser, Boden und Biodiversität/Landschaft erhoben. Auch auf nationaler Ebene werden zu ausgewählten Themen Kennzahlen für das Agrarumweltmonitoring (AUM) erarbeitet.

Das Ziel dieses Tätigkeitsfeldes ist, für alle AUI die Methoden zu entwickeln, den Betrieb von ZA-AUI sicherzustellen sowie die ZA-AUI methodisch weiterzuentwickeln. Die Forschungsarbeiten im Rahmen

dieses Tätigkeitsfeldes liefern dem BLW verlässliche Ergebnisse für den jährlichen Agrarbericht, Hinweise für die Notwendigkeit von Evaluationsprojekten und Grundlagen für die Weiterentwicklung der Agrarpolitik. Für die übrige Verwaltung (Bundesämter, Kantone), Landwirtschaft, wissenschaftliche Gemeinschaft und Öffentlichkeit werden aktuelle Ergebnisse zur Entwicklung der Auswirkungen der Landwirtschaft auf die Umwelt bereitgestellt. Dadurch tragen die Arbeiten im Rahmen dieses Tätigkeitsfeldes zu einer zielgerichteten Gestaltung der Agrarpolitik und zu einem fachlich fundierten Dialog zwischen verschiedenen Anspruchsgruppen zu den ökologischen Auswirkungen der Landwirtschaft bei.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Zur Beurteilung der Agrarpolitik und ihren Auswirkungen auf die Umwelt sowie der Leistungen der Landwirtschaft unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit betreibt das Bundesamt für Landwirtschaft (BLW), gestützt auf die Verordnung über die Beurteilung der Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft (SR 919.118), ein AUM. Dieses Monitoring basiert auf AUI, die in den Themenbereichen Stickstoff, Phosphor, Energie/Klima, Wasser, Boden und Biodiversität/Landschaft angesiedelt sind. Das BLW hat Agroscope bzw. dem Institut für Nachhaltigkeitswissenschaften (INH) als Kompetenzzentrum AUI für die AUI vom Typ «Antriebskräfte» und «Potenzielle Umweltwirkungen» die Verantwortung für die Methodenentwicklung und die «Zentrale Auswertung der Agrar-Umweltindikatoren» (ZA-AUI) übertragen. 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, und es kann Entscheidungshilfen für die Weiterentwicklung der Agrarpolitik liefern.

2.2 Ziele

Die Ziele dieses Tätigkeitsfeldes im Rahmen des Arbeitsprogramms 2014-17 sind:

1. Abschluss der AUI-Methodenentwicklung für die Erstberechnung jedes AUI;
2. Betrieb der ZA-AUI;
3. Methodische Weiterentwicklung der ZA-AUI, u. a.
 - Verbesserung der Datenqualität
 - Weiterentwicklung der AUI-Methoden
 - Automatisierung der AUI-Kalkulation
4. Beiträge zu einer gezielten Vergrößerung des ZA-AUI-Betriebsnetzes (Aufgabe des BLW); und
5. Interpretation der Ergebnisse für die Berichterstattung des BLW und Veröffentlichung von wissenschaftlichen Publikationen.

2.3 Literaturangaben

Bundesamt für Landwirtschaft (BLW), 2012. Agrarbericht 2012. BLW, Bern. 245 S.

Decrausaz B., 2008. Bericht 2008: Agrar-Umweltmonitoring. Interner Bericht Bundesamt für Landwirtschaft (BLW), Bern.

Zugang: http://www.sib.admin.ch/uploads/media/Bericht_2008_Agrarumweltmonitoring_d.pdf
[18.5.2013].

- Latsch A., Anken T. & Hasselmann F., 2013. Energieverbrauch der Schweizer Landwirtschaft – Graue Energie schlägt zunehmend zu Buche. *Agrarforschung Schweiz* 4 (5), 244-247.
- Spycher S., Badertscher R. & Daniel O. 2013. Indikatoren für den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln in der Schweiz. *Agrarforschung Schweiz* 4 (4), 192-199.

2.4 Daten und Methoden

Die Entwicklung der ZA-AUI stützt sich auf:

- Betriebe, die bereits Buchhaltungsdaten an die ZA-BH liefern,
- die Software Agro-Tech für die Basisdatenerfassung auf den Betrieben,
- die Agro-Treuhänder als Koordinatoren für die Datenlieferung (analog ZA-BH) und Mitbeteiligte am System der Qualitätssicherung sowie
- die ZA-BH, insbesondere die Fachapplikation ZA, als IT-Plattform für ZA-AUI.

Für das Projekt ZA-AUI sind die Vorarbeiten und Erkenntnisse aus dem Pilotprojekt ZA-ÖB wichtig. ZA-AUI stützt sich, mindestens in der Phase des Aufbaus, auf den Teilprozess «Datenbeschaffung und Auswertung Buchhaltungsdaten» des Projekts «Zentrale Auswertung von Buchhaltungsdaten (J. Hausheer) (08.34.02.01)».

Datenerfassung und –verarbeitung für einzelne AUI:

- Für das AUM werden Daten für verschiedene AUI erfasst, erhoben, aufbereitet, kalkuliert und interpretiert.
- Für die einzelnen AUI sind spezifische Methoden der Datenerhebung, Aufbereitung und Kalkulation notwendig. Daten werden zentral ausgewertet und zu Standardberichten verdichtet.
- Die Daten werden primär auf dem Betriebsnetz der ZA-BH erhoben. Grundlage bilden die auf den Betrieben verfügbaren Daten aus Betriebsführung, Aufzeichnungspflicht, TVD, AGIS usw. Die Kalkulation der AUI stützt sich primär auf bereits verfügbare Aufzeichnungen und Erhebungen.
- Die Basisdatenerfassung erfolgt durch die Landwirte mit Hilfe der Softwarepakete Agro-Twin und Agro-Tech. Die Basisdaten können, wenn nötig, durch AUI-spezifische Datenerhebungen durch das INH oder Beauftragte auf den Betrieben ergänzt werden (wie z. B. Bodenproben).
- Agro-Treuhänder prüfen die Betriebsdaten und leiten sie das INH weiter.

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

Hauptaktivität der Berichterstattung ist die Veröffentlichung von AUI-Ergebnissen in den jährlichen Agrarberichten des BLW. Mit zunehmender Laufzeit der AUI-Aktivitäten am INH werden vermehrt auch wissenschaftliche Publikationen auf Basis der AUI-Resultate verfasst werden. Eine weitere wichtige Ebene von Berichterstattung und Wissenstransfer ist die Veröffentlichung von Publikationen für Praxis und Beratung sowie die direkte Information der Landwirte des AUI-Betriebsnetzes über die mithilfe ihrer Daten gewonnenen AUI-Ergebnisse.

3.2 Kunden

Die wichtigsten Kundengruppen dieses Tätigkeitsfelds sind:

- BLW

- übrige Verwaltung
- wissenschaftliche Gemeinschaft
- landwirtschaftliche Beratung und Praxis
- Öffentlichkeit.

3.3 Nutzen

Wir erwarten aus der Forschungstätigkeit im Rahmen dieses Tätigkeitsfeldes folgenden Nutzen für die Kundengruppen:

- **BLW:**
 - Verlässliche AUI-Ergebnisse u. a. für den jährlichen Agrarbericht
 - Hinweise für die Notwendigkeit von Evaluationsprojekten
 - Grundlagen für die Weiterentwicklung der Agrarpolitik;
- **Übrige Verwaltung, Landwirtschaft, wissenschaftliche Gemeinschaft und Öffentlichkeit:**
Bereitstellung von aktuellen Ergebnissen zur Entwicklung der ökologischen Wirkungen der Landwirtschaft auf die Umwelt.

Neben diesen Kundengruppen profitiert auch das **INH**:

- Das INH kann sich als «Kompetenzzentrum AUI» etablieren und behaupten.
- Das INH verfügt über eine einzigartige Datenbasis zum Zweck der Forschung und Evaluation.

3.4 Impact

Wir erwarten, dass die Ergebnisse der Forschungsarbeiten in diesem Tätigkeitsfeld beitragen zu:

- einer zielgerichteten Gestaltung der Agrarpolitik; und
- einem fachlich fundierten Dialog zum ökologischen Zustand der Landwirtschaft zwischen verschiedenen Anspruchsgruppen.



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.41.3.1

Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Grundlagen zur Beurteilung der Bodenfruchtbarkeit sowie Hilfsmittel für nachhaltige landwirtschaftliche Bodennutzung und den praktischen Vollzug Bodenschutz
Titel Originalsprache kurz	Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz
Titel englisch	Fundamentals for the assessment of soil fertility and support for sustainable agricultural soil management and the practical implementation of soil protection
Title english short	soil fertility and soil protection
Titel französisch	Éléments pour apprécier la fertilité des sols ainsi que moyens pour l'exploitation durable des sols et pour l'application pratique de la protection des sols
Titre français abrégé	Fertilité et protection des sols
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Peter Weisskopf
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Hans-Rudolf Oberholzer
Keywords	soil quality, soil functions, soil structure, soil organic matter, soil microbial parameters, redox potential, site properties, soil compaction, soil analysis, interpretation scheme, decision making tools, risk-modelling, soil compaction, agri-environmental indicators, long-term monitoring, nanoparticles, biochar, soil remediation
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	12.1 "Schutz / schonende Nutzung natürliche Ressourcen"

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

- Dieses Tätigkeitsfeld umfasst ein breites Feld von Tätigkeiten
 - i) von der Entwicklung methodischer und interpretatorischer Grundlagen zur Bestimmung und Beurteilung von Bodeneigenschaften und –prozessen,
 - ii) über die Anwendung dieser Hilfsmittel für die Beschreibung und das Verständnis von Boden-

prozessen und ihren Wechselwirkungen mit Bewirtschaftungs- und Umwelteinflüssen, iii) bis hin zur Nutzung dieser Hilfsmittel und Kenntnisse für das Bereitstellen von Beurteilungs- und Entscheidungshilfsmitteln für eine nachhaltige, effektive Bodennutzung und einen umfassenden vorsorglichen Bodenschutz.

- Durch eine ganzheitliche Sicht der Bodenqualität mit Berücksichtigung physikalischer, chemischer und biologischer Aspekte soll der Lebensraum Boden umfassend abgebildet und beurteilt werden, wobei auch die intensiven Wechselwirkungen zwischen diesen Aspekten gebührend berücksichtigt werden. Auf dieser integrierten Basis von boden- und standortkundlichen Methoden, Daten und Kenntnissen werden die Bedürfnisse des Bodenschutzes und der nachhaltigen landwirtschaftlichen Bodennutzung bestmöglich berücksichtigt.
- Neben Aspekten der Grundlagenforschung im Bereich der Bodenstrukturbildung und der Bedeutung des Bodenstrukturzustandes für Bodenprozesse, die zusammen mit in- und ausländischen Forschungsgruppen und teilweise unter Nutzung von Drittmittel-Forschungsmitteln durchgeführt werden, steht die angewandte Forschung und Entwicklung sowie die boden- und standortkundliche Beratung im Zentrum der Aktivitäten dieses TFs, um die vorhandenen Forschungsergebnisse möglichst rasch den wichtigsten Bodenakteuren und dadurch ganz direkt dem Schutz des Bodens und seiner effektiven Nutzung zugänglich machen zu können. Diesem Zweck dienen auch die Aktivitäten im Bereich der Politikunterstützung und des Vollzuges, wo Bundesstellen und kantonale Fachstellen bei bodenbezogenen Aktivitäten beraten und unterstützt werden.
- Neben dem zentralen Thema des Schutzes der Bodenqualität in den Bereichen Bodenphysik, Bodenchemie und Bodenmikrobiologie werden neu auch Methoden und Daten für eine umfassende Risikobeurteilung der landwirtschaftlichen Anwendung neuer Materialien wie Nanopartikel (in Pflanzenschutzmitteln und Düngern) oder Pflanzenkohle (als Bodenverbesserer bzw. –sanierer) bereitgestellt sowie einzelne Aktivitäten zur Unterstützung des flächenhaften Schutzes qualitativ hochwertiger Böden entwickelt.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

- Die Bodenfruchtbarkeit und damit auch Bodenfunktionen wie Nahrungsmittelproduktion, Umsatz und Mineralisierung organischer Substanz, Wasserspeicherung und Wasserreinigung, oder Lebensraum für Bodenorganismen und Pflanzengesellschaften können langfristig nur dann erhalten werden, wenn die Belastungen der Böden nicht zum Überschreiten schützender Grenzwerte für Bodeneigenschaften führen. Wissenschaftliche Grundlagen, die erlauben, die Bodenqualität und deren Beeinflussung durch Bewirtschaftungsmassnahmen oder neue Materialien zu beurteilen, sind deshalb grundlegende Voraussetzungen für nachhaltige landwirtschaftliche Bodennutzung und effektiven Bodenschutz.

Die Fähigkeit, die Bodenqualität und deren Beeinflussung durch Bewirtschaftungsmassnahmen beurteilen zu können, ist eine grundlegende Voraussetzung für nachhaltige landwirtschaftliche Bodennutzung und effektiven Bodenschutz. Aus diesem Grund werden in diesem TF methodische Grundlagen (Untersuchungs- und Analysemethoden, Auswertungs- und Interpretationsschemata) sowie Hilfsmittel für die ganzheitliche Beurteilung der Bodenqualität entwickelt, geprüft und bereitgestellt. In Labor- und Feldversuchen wird das notwendige Prozessverständnis zur Interpretation von Zusammenhängen erarbeitet und für die Entwicklung geeigneter Modelle eingesetzt. Auf der Basis dieser methodischen Grundlagen und der Prozesskenntnisse werden Entscheidungshilfsmittel als Analyse- und Prognoseinstrumente entwickelt.

- **Methodik** (Analyse und Interpretation):
M1) Mess- und Untersuchungsmethoden: Die Charakterisierung der Bodenqualität an Bodenpro-

ben, im Feld und aufgrund von Bewirtschaftungsinformationen erfordert zuverlässige, aufwandgünstige und aussagekräftige Mess- und Untersuchungsmethoden, die ausserdem standardisiert sein müssen. Für den Nachweis von Fremdstoffen in Böden (Nanomaterialien) und für das Bestimmen der Schadstoff-Verfügbarkeit in Böden ("Bioverfügbarkeit") werden spezifische Methoden benötigt.

Qualitätssicherung: Für die praktische Nutzung dieser Methoden braucht es nicht nur klare Beschreibungen des methodischen Vorgehens, sondern auch Anleitung, wie die Qualitätssicherung zweckmässig erfolgen kann.

Interpretationsschemata: Darüber hinaus sind Interpretationsschemata (inkl. Referenz- oder Grenzwerte) nötig, um die gewonnenen Bodendaten richtig interpretieren zu können und bei Bedarf gezielte, zweckmässige Verbesserungsmassnahmen ableiten zu können.

M2) Standortkundliche Beratung von Forschungsarbeiten: Die in Feldversuchen gewonnenen Versuchsergebnisse sind nur dann von praktischer Relevanz, wenn nicht nur bei der Planung, sondern auch bei der Auswertung und Interpretation Boden- und Standortaspekte berücksichtigt werden. Eine entsprechende standortkundliche Beratung und Unterstützung soll die Qualität der Forschungsarbeiten (praktische Relevanz, Umsetzbarkeit der Resultate) sicherstellen.

M3) Flächenbezogene Auswertung und Interpretation von Boden- und Bewirtschaftungsdaten: Für Fragen der Bodenbewirtschaftung und des Bodenschutzes können flächenbezogene Darstellungen und Interpretationen von Boden- und Bewirtschaftungsdaten sehr wertvoll sein. Insbesondere lassen sich Empfehlungen für Bewirtschaftungs- und Schutzmassnahmen im Feldmassstab leichter anhand von Kartendarstellungen umsetzen (z.B. im Rahmen von Precision Farming).

- **Prozessforschung:**

P1) Ursachen und Prozesse der Strukturentwicklung von Böden: Die Strukturentwicklung von Böden - im negativen Sinn als Deformationen bzw. "Verdichtungen", im positiven Sinn als Regeneration und Strukture Neubildung – ist von den ablaufenden Prozessen her noch wenig verstanden und momentan praktisch nicht quantifizierbar. Wesentliche Einflussgrössen wie Standorteigenschaften und Bewirtschaftungsmassnahmen sind zu identifizieren und zu quantifizieren, günstige bzw. risikante Faktorkonstellationen müssen im Hinblick auf die Förderung der Bodenfruchtbarkeit charakterisiert werden.

P2) Mechanisches Verhalten von Böden: Das mechanische Verhalten von Böden ist bisher nur in sehr beschränktem Umfang untersucht und quantifiziert worden, insbesondere was den Zusammenhang zwischen Druckausbreitung, Deformationsverhalten und Bodenfunktionsänderung anbetrifft. Nicht nur für ein verbessertes Prozessverständnis, sondern auch zur Verbreiterung der Datenbasis von bodenmechanischen Modellen sind zusätzliche Untersuchungen nötig.

P3) Bodenstruktur und Bodenfunktionen: Die Zusammenhänge zwischen Bodenstrukturzustand, Bodenwasserhaushalt und Bodenprozessen bzw. Bodenfunktionen sind nur ausschnittsweise bekannt und entsprechend lückenhaft quantifiziert. Insbesondere die Wechselwirkungen zwischen Strukturzustand, Bodenfeuchte, mikrobiologischen Aktivitäten und dem biochemischen Bodenzustand (Gasaustausch, Redoxpotential) sind noch kaum beschrieben, wären aber für die Formulierung von Zielen für günstige Bodenzustände bzw. bodenschonende Bewirtschaftung sehr wichtig. Auswirkungen des biochemischen Bodenzustandes auf Umsatz, Bioverfügbarkeit und Mobilität von Nähr- und Schadstoffen in Böden sind für die Qualität der pflanzlichen Produkte und des Grundwassers relevant, aktuell aber noch kaum beurteilbar.

P4) Neue Materialien in Böden: Neue Materialien wie Nanopartikel und Pflanzenkohle halten gegenwärtig Einzug in die Landwirtschaft. Möglichen Vorteilen ihrer Anwendung (z.B. zeitlich optimierte Wirkstofffreisetzung durch Nanopartikel, Schadstoffimmobilisierung oder Bodenverbesserung durch Pflanzenkohle) stehen bis heute das weitgehend unbekannt Verhalten und die unklaren Effekte von Nanopartikeln in der landwirtschaftlichen Umwelt sowie eine allfällig erhöhte Exposition von mit Pflanzenkohle neu eingetragenen Schadstoffen (insb. polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe) gegenüber.

- **Anwendungen:**

A1) Abschätzen des Verdichtungsrisikos: Das Vermeiden von Bodenverdichtungen ist nicht nur eine wichtige Aufgabe des vorsorglichen Bodenschutzes (VBBo), sondern auch ein wichtiges Element guter landwirtschaftlicher Praxis (Vollzugshilfe Umweltschutz). Deshalb ist es wichtig, dass Terranimo als Instrument zur Beurteilung des Verdichtungsrisikos laufend weiterentwickelt wird.

A2) Indirektes Monitoring von Bewirtschaftungseinflüssen auf die Bodenqualität: Das Beurteilen und Verbessern der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung hinsichtlich verschiedener Aspekte der Bodenqualität ist nicht nur einzelbetrieblich wichtig, sondern auch auf Stufe Agrarpolitik und Produktcharakterisierung (Agrar-Umweltmonitoring AUM des BLW, Ökobilanzierung SALCA). Damit Bewirtschaftungseinflüsse auf die Bodenqualität aufgrund von Bewirtschaftungsaufzeichnungen beurteilt werden können, braucht es geeignete Modelle und Verfahren; im Falle des AUM ist dies die Humusbilanzierung, bei SALCA ist es das Modul "Bodenqualität" mit Modellen zu mehreren Teilprozessen. Umfang und Aussagekraft dieser Hilfsmittel zum indirekten Monitoring müssen laufend verbessert und erweitert werden.

A3) Direktes Monitoring von Bodeneigenschaften: Das direkte Monitoring von Bodeneigenschaften erfolgt sowohl auf Bundesebene (NABO) wie auch auf kantonaler Ebene (KABOs) aufgrund von Langzeit-Bodenbeobachtung mit Hilfe von Messreihen. Neben der Bereitstellung methodischer Grundlagen erfordern diese Beobachtungsprogramme auch Unterstützung beim Entwurf der Untersuchungsprogramme, beim Messen bodenmikrobiologischer und bodenphysikalischer Parameter sowie beim Auswerten und Interpretieren der Messdaten; diese Tätigkeiten sind Bestandteil eines Vollzugsauftrages zusammen mit dem BLW.

A4) Vollzug qualitativer Bodenschutz: Beim Vollzug des qualitativen Bodenschutzes durch kantonale Fachstellen sowie bei der Unterstützung von Meliorationsprojekten durch die Abteilung Strukturverbesserungen des BLW tauchen Fragen zur Beurteilung von Bodeneigenschaften oder zu den Folgen bodenverändernder Massnahmen auf, die ein Bereitstellen fachlicher Grundlagen, bodenkundlicher Beratung oder Unterstützung bei Untersuchungen im Feld erfordern.

A5) Qualitative Aspekte beim quantitativen Bodenschutz: Ein neues Thema im Bereich Bodenschutz sind Anliegen zum quantitativen Schutz wertvoller Böden beim kantonalen Vollzug der Raumplanung oder bei übergeordneten eidgenössischen Planungen. Entsprechende konkrete Bedürfnisse beziehen sich auf fachliche Fragen zur Harmonisierung und Interpretation von Bodenqualitätskriterien (inkl. landwirtschaftliche Nutzungseignung) sowie – im Grenzgebiet zum qualitativen Bodenschutz – i) zur Beurteilung kompensatorischer Massnahmen zur Aufwertung von Böden aus landwirtschaftlicher Sicht sowie ii) zur Bewirtschaftung organischer Böden.

A6) Effiziente, nachhaltige landwirtschaftliche Bodennutzung: Die Weiterentwicklung agrarpolitischer Massnahmen im Bereich Ressourceneffizienz und klimafreundliche Bodenbewirtschaftung weckt Bedürfnisse zur Beurteilung von Standortverhältnissen, dem Abschätzen der Auswirkungen von Bewirtschaftungsmassnahmen auf die Bodenqualität sowie dem Wirkungsnachweis von getroffenen Massnahmen. Entsprechende Anliegen eidgenössischer und kantonaler Fachstellen sowie bäuerlicher Projektgruppen werden mit fachlicher Beratung und dem Bereitstellen von fachlichen Grundlagen unterstützt.

A7) Bodensanierung: Bei chemisch belasteten Böden wird geprüft, in wie weit die Verfügbarkeit von Schadstoffen durch Sanierungsmassnahmen (wie die Zugabe von Pflanzenkohle) vermindert werden kann, so dass wieder eine breitere Nutzung der Böden möglich ist.

2.2 Ziele

- **Methodik** (Analyse und Interpretation):

Ziele fürs AP2014-17:

- M1: Ein Modellsystem für bodenmikrobiologische Stresstests und den Nachweis gasförmiger Produkte des aeroben bzw. des anaeroben Stoffwechsels ist ausgearbeitet, funktionsfähig und

dokumentiert.

- M2: Forschungsmethoden für den Nachweis von Nanopartikeln und die Bioverfügbarkeit von organischen Schadstoffen liegen vor.
- M3: Das Vorgehen fürs Gewährleisten der Referenzstabilität von bodenmikrobiologischen Bestimmungen ist überprüft, allenfalls verbessert und dokumentiert.
- M4: Die Interpretationsschemata für bodenmikrobiologische Referenzwerte sind auf dem aktuellsten Stand.
- M5: Grundlagen für bodenphysikalische Grenzwerte sind verfügbar.
- M6: Standort- und bodenkundlich interessierte Forschungsgruppen erhalten qualifizierte Beratung.

- **Prozessforschung:**

Ziele fürs AP2014-17:

- P1: Soil Structure Observatory-Feldversuch ist eingerichtet, versuchstechnische Betreuung und Datenerhebung mit Beprobungen und kontinuierlichen Feldmessungen funktionieren.
- P2: Die kurzfristige Entwicklung der Bodenstruktur im SSO-Feldversuch nach dem anfänglichen Verdichtungsereignis ist charakterisiert, der Einfluss der wichtigsten Strukturbildungsfaktoren (natürliche Prozesse, beeinflussende Bewirtschaftungsmassnahmen) herausgearbeitet und deren Bedeutung für die Entwicklung von strukturbezogenen Bodenfunktionen analysiert.
- P3: Die Wechselwirkung zwischen dem Gastransport im Porensystem und der biochemischen Reduktion in den SSO-Böden ist untersucht; zusammen mit Modellversuchen sind die Auswirkungen für das Verhalten von Nähr- und Schadstoffen charakterisiert.
- P4: Verbesserte Beschreibung der mechanischen Bodenfestigkeit und der Modellierung des Spannungs-Deformationsverhaltens von Böden; breitere Datengrundlage für das Simulationsmodell Terranimo verfügbar.
- P5: Das Verhalten von Nanopartikeln (Kohlenstoff-Nanoröhren, Titandioxid) in Boden-Pflanzensystemen ist bekannt und deren Effekte auf Bodenmikroorganismen (funktionelle Leistung) und Kulturpflanzen (Qualität, Quantität des Ertrages) untersucht; der Einfluss von Pflanzenkohle-Produkten auf die Schadstoff-Bioverfügbarkeit in Böden ist dargelegt und die resultierenden Totalgehalte sind nach den gesetzlichen Vorgaben beurteilt.

- **Anwendungen:**

Ziele fürs AP2104-17:

- A1: Das Prognoseinstrument Terranimo ist bezüglich Datenbasis, verfügbaren Berechnungsalgorithmen, implementierten Belastungsmodulen, Nutzbarkeit der Bedienungsoberfläche und Programmcode auf dem aktuellsten Stand. Die vorhandenen Beratungshilfsmittel erlauben es den AnwenderInnen, Terranimo effizient und effektiv für ihre praktischen Bedürfnisse einzusetzen.
- A2: Der AUI-Indikator "Humusbilanzierung" und das entsprechende einzelbetriebliche Beratungshilfsmittel sind für die Nutzung verfügbar, die Ergebnisse des AUI-Indikators sind ausgewertet und zusammen mit dem BLW veröffentlicht.
- A3: Die Module von SALCA-SQ sind auf dem neuesten Wissensstand; ein Modul "C-Sequestrierung in Böden" ist für SALCA entwickelt worden.
- A4: Die NABO sowie interessierte KABOs werden bezüglich Langzeituntersuchung von mikrobiologischen und physikalischen Bodeneigenschaften methodisch und analytisch unterstützt.
- A5: Kantonale Vollzugsstellen sowie entsprechende Bundesstellen erhalten boden- und standortkundliche Unterstützung.
- A6: Bundesstellen und kantonale Fachstellen werden bezüglich qualitativen Aspekten des quantitativen Bodenschutzes beraten und bei ausgewählten Projekten zur Verbesserung der Bodeneignung, z.B. im Zusammenhang mit der Aufwertung bezüglich landwirtschaftlicher Nutzungseignung oder im Rahmen von Meliorationsprojekten, gutachterlich und allenfalls feldbodenkundlich begleitet.

- A7: Das Ressourcenprogramm "Boden" des Kantons BE sowie das Projekt "Agroconcept Flaachtal" sind bei ihren Aktivitäten (Projektentwicklung, Wirkungsnachweis) unterstützt worden.
- A8: Die Tauglichkeit von Pflanzenkohle zur Reduktion von bioverfügbaren Schadstofffraktionen in kontaminierten Böden von ausgewählten Feldversuchen ist geprüft. Die ausschlaggebenden Prozesse sind verstanden und ermöglichen entsprechende Verallgemeinerungen.

2.3 Literaturangaben

- Brock, C., Franko, U., Oberholzer, H.-R., Kuka, K., Leithold, G., Kolbe, H., Reinhold, J., 2013. Humus balancing in Central Europe – concepts, state of the art, and further challenges. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 176, 3-11.
- Desaules, A., Ammann, S., Blum, F., Brändli, R.C., Bucheli, T.D., Keller, A. 2008 PAH and PCB in soils of Switzerland - status and critical review. *J. Environ. Monitor.* 10, 1265-1277.
- Glinski, J. und Stepniewski, W., 1985. Oxygen diffusion rate (ODR). In: *Soil aeration and its role for plants*. CRC, Boca Raton, Florida. p. 181-186.
- Gogos, A., Knauer, K., Bucheli, T.D., 2012. Nanomaterials in plant protection and fertilization: current state, foreseen applications and research priorities. *J. Agric. Food Chem.* 60, 9781-9792.
- Hilber, I., Bucheli, T.D. 2010. Activated carbon amendment to remediate contaminated sediments and soils: a review. *Global NEST Journal* 12, 305-317.
- Keller T., Lamandé M., Peth S., Berli M., Delenne J.-Y., Markgraf W., Rabbel W., Radjaï F., Rajchenbach J., Selvadurai A. P. S., Or D., 2013. An interdisciplinary approach towards improved understanding of soil deformation during compaction. *Soil and Tillage Research* 128, 61-80.
- Keller T., Arvidsson J., Schjønning P., Lamandé M., Stettler M. & Weisskopf P., 2012. In situ subsoil stress-strain behaviour in relation to soil precompression stress. *Soil Science* 177(8), 490-497.
- Mansfeldt, T., 2003. In situ long-term redox potential measurements in a dyked marsh soil. *Plant Nutrition and Soil Science* 166(2), 210-219.
- Molstad, L., Dorsch, P. und Bakken, L.R., 2007. Robotized incubation system for monitoring gases (O₂, NO, N₂O, N₂) in denitrifying cultures. *Microbiological Methods* 71(3), 202-211.
- Oberholzer H.R., Freiermuth Knuchel R., Weisskopf P., Gaillard G., 2012. A novel method for soil quality in life cycle assessment using several soil indicators. *Agronomy for Sustainable Development*, DOI 10.1007/s13593-011-0072-7.
- Oberholzer H.-R., Marbot B., Keller T., Lamandé M. & Weisskopf P., 2012. Application of SALCA-SQ, a method for assessing management effects on soil quality in Life Cycle Assessment, with special focus on soil compaction risk. *Proceedings of the ISTRO conference 2012, Montevideo Uruguay, 24-28 Sept 2012. CD-ROM.*
- Reiser R., Rek J., Oberholzer H.-R., Holpp M. & Weisskopf P., 2012. Soil aeration and redox conditions monitored in a controlled traffic farming field. *Proceedings of the ISTRO conference 2012, Montevideo Uruguay, 24-28 Sept 2012. CD-ROM.*
- Stettler M., Keller T., Schjønning P., Lamandé M., Lassen P., Pedersen J., Weisskopf P., 2012. Teranimo® – a web-based tool for evaluating soil compaction: Machinery-induced stresses versus soil strength. *NJF Report* 8(1), 87-90.
- Weisskopf P., Keller T., Stettler M., 2012. Strategies to prevent soil compaction and examples for possible applications. *NJF Report* 8(1), 77-81.
- Weisskopf P., Oberholzer H.R., Rek J., Keller T., 2013. Evolution of structural properties of an arable soil after compaction under different regeneration pathways. *Advances in Geocology* 42, 164-182.

2.4 Daten und Methoden

Daten:

- Bewirtschaftungsdaten und Versuchsergebnisse für Validierung Humusbilanzierungsmodelle:
→ Daten von Dauerversuchen FG 41.2 und FG 11.2 stehen zur Verfügung.
→ Daten von NABO-Flux-Standorten stehen (noch?) nicht zur Verfügung.
- Bodendaten für Standortcharakterisierungen, feldbodenkundliche Versuche und Module von Terranimo: NABODAT
- Bodenmechanische Daten für Terranimo: Datenbank der European Concerted Action on Subsoil Compaction
- Reifendaten für die Reifendatenbank von Terranimo: Herstellerangaben

Methoden:

- Biochemische Bodeneigenschaften werden durch kontinuierliche elektrochemische Messungen des Redoxpotentials und der Sauerstoffverfügbarkeit (Sauerstoffdiffusionsrate ODR) im Feld charakterisiert. Zusammenhänge mit Bodenstrukturparametern, Bodenfeuchte, mikrobiologischer Aktivität und Gaskonzentrationen in der Bodenluft werden gesucht.
- Für bodenmikrobiologische Stresstests werden gasförmige aerobe und anaerobe Metaboliten (CO₂, NO, N₂O, N₂, CH₄) herangezogen. Dazu wird eine Laboranlage entwickelt, in der strukturerehaltene Bodenproben inkubiert und zustandsabhängige (Struktur, Feuchte) Emissionen der Gase beobachtet werden können.
- Die Verfügbarkeit von Nähr- und Mikronährstoffen wird durch Messungen der pflanzenverfügbaren Anteile im Boden und den Totalgehalten in den Pflanzen geprüft.
- Die Charakterisierung der grundlegenden Bodeneigenschaften sowie bodenmikrobiologische, bodenphysikalische und bodenmechanische Routineuntersuchungen erfolgen mit Hilfe der Referenzmethoden der Eidgenössischen landwirtschaftlichen Forschungsanstalten (FAL, FAW, RAC, 1998: Schweizerische Referenzmethoden der Eidgenössischen landwirtschaftlichen Forschungsanstalten).
- Die Untersuchungen beim Langzeit-Monitoring mikrobiologischer Bodeneigenschaften stützen sich auf Überlegungen zur Langzeit-Referenzstabilität ab, die in (Oberholzer, H.R. und Weisskopf, P., 2010: Anforderungen an die Langzeitbeobachtung biologischer Bodeneigenschaften mit mikrobiologischen Parametern. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART. Bulletin BGS 30: 69-74) erläutert werden.
- Die Verfügbarkeit von Schadstoffen in Böden wird mit der in (Hilber & Bucheli 2010) beschriebenen Methodik quantifiziert (BCAMEND).
- PAK und PCB werden in Böden mit der in (Desaules et al. 2008) beschriebenen Methodik analysiert (Soil-Q).
- Die Expositionsversuche mit Rhizobien, Mykorrhiza-Pilzen und Pflanzen werden mit verschiedenen Endpunkten und Analysemethoden durchgeführt (NANOMICROPS).
- Die Regeneration von verdichteten Bodenstrukturen wird im Langzeitfeldversuch „Soil structure observatory (SSO) unter Feldbedingungen untersucht.
- Der Einfluss von Befeuchtungs-/Austrocknungs- und Gefrier-/Auftauzyklen auf die Entwicklung der Bodenstruktur wird in Laborexperimenten untersucht, die Ergebnisse werden mit Hilfe von neu entwickelten Modellen systematisiert und interpretiert.
- Die Operationalität des Web-Tools Terranimo wird erweitert durch die Weiterentwicklung bestehender und die Entwicklung neuer Module für Terranimo, indem zusätzliche Algorithmen und Programmen in den Terranimo-Programmcode übernommen werden, zusammen mit erweiterten Terranimo-Datenbanken (Reifendaten, Bodendaten).
- Feldbodentkundliche Beurteilungen werden aufgrund von Spatenproben, Profils culturales oder Profilbohrungen bzw. Profileröffnungen durchgeführt. Standortkundliche Interpretationen basieren auf Methoden zur Gefüge- und Profilbeurteilung sowie zur Klassifikation und Nutzungsbeurteilung (Funktionsbeurteilung) von Böden.

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

- Wissenschaftliche Publikationen, Vorträge und Poster an wissenschaftlichen Tagungen
- Berichte für oder zusammen mit Verwaltungseinheiten
- Praxisorientierte Publikationen, Vorträge und Poster an Kursen und Weiterbildungsveranstaltungen für Bauern, Lohnunternehmer und Berater
- Populärwissenschaftliche Artikel für Zeitungen und Zeitschriften
- Wissenschaftliche und fachliche Informationen auf der Agroscope-Website
- Beratungsgrundlagen und –hilfsmittel als Merkblätter oder Erläuterungen in gedruckter oder elektronischer Form sowie frei zugängliche Web-Tools.

3.2 Kunden

- Bundesämter (BLW, BAFU; ARE)
- Kantonale Bodenschutzfachstellen, nationale Bodenbeobachtung NABO
- Landwirtschaftliche Beratung, Bauern, Lohnunternehmer, Bauernverbände
- Wissenschaftliche Gemeinschaft national (SNF) und international
- Lehre und Ausbildung

3.3 Nutzen

- Bundesämter (BLW, BAFU, ARE): Fachliche Grundlagen für nachhaltige, d.h. standortgerechte und bodenschonende landwirtschaftliche Bodennutzung sowie für Bodenschutz-Aspekte wie Risikobeurteilungen und Bewilligungsverfahren in Form von Berichten, wissenschaftlichen und praxisorientierten Publikationen, Stellungnahmen, Präsentationen, Modellen und Beurteilungshilfsmitteln (Politikunterstützung).
- Kantonale Bodenschutzfachstellen, NABO: Fachtechnische Grundlagen und Messdaten fürs Langzeit-Monitoring von Bodeneigenschaften sowie für die Messung, Auswertung und Interpretation von Bodeneigenschaften als wissenschaftliche bzw. praxisorientierte Publikationen und Präsentationen sowie als Modelle (Vollzugsunterstützung Bodenschutz).
- Landwirtschaftliche Beratung, Bauern, Lohnunternehmer: Fachliche Grundlagen sowie Beurteilungs- und Entscheidungshilfsmittel für bodenschonende und standortgerechte Bewirtschaftung in Form von praxisnahen Publikationen und Präsentationen, Berichten, Merkblättern, Flurbegehungen, Weiterbildungen, Entscheidungshilfsmitteln (Vollzugsunterstützung landwirtschaftliche Bodennutzung).
- Wissenschaftliche Gemeinschaft: Methoden zur Bodenuntersuchung und -beurteilung in Labor und Feld sowie Versuchsanlagen und -ergebnisse zur Beschreibung von Bodenprozessen (in Wechselwirkung zur Bodenbewirtschaftung) als wissenschaftliche Publikationen (peer-reviewed) oder als Präsentationen an wissenschaftlichen Tagungen; Simulationsmodelle zur Prognose von Bodenzuständen und zur Beurteilung von Bewirtschaftungseinflüssen auf den Bodenzustand (Angewandte Forschung, teilweise Grundlagenforschung).
- Lehre und Ausbildung: Labor- und Feldbesichtigungen, Unterrichtseinheiten, MSc und PhD Ausbildungsarbeiten.

3.4 Impact

- Nachhaltigere Landwirtschafts- und Bodenpolitik dank verfügbaren Bodendaten, methodischen Grundlagen und vorhandenem Prozessverständnis zum qualitativen (C-Umsatz und –Speicherung in landwirtschaftlich genutzten Böden, Strukturzustand, mikrobielle Biomasse und funktionelle Aktivitäten, Einflüsse neuer Materialien, Bioverfügbarkeit von Stoffen) sowie zum quantitativen Bodenschutz (FFF-Eignung, Aufwertung von Böden).
- Gezieltere, nachhaltigere Bodenbewirtschaftung dank Entscheidungshilfsmitteln für schonende Bodennutzung und Informationen zu effektiven Bodennutzungsformen.
- Ganzheitlicheres direktes (Langzeit-Bodenbeobachtung) und indirektes (Ökobilanzierung) Bodenmonitoring dank verfügbaren Untersuchungsmethoden und Interpretationshilfen.
- .



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.41.4.1

NABO

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Nationale Bodenbeobachtung (NABO)
Titel Originalsprache kurz	NABO
Titel englisch	Swiss Soil Monitoring Network (NABO)
Title english short	NABO
Titre française	Observatoire national des sols (NABO)
Titre française courte	NABO
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Meuli Reto Giulio
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Keller Armin
Keywords	soil monitoring, inorganic and organic soil pollutants, soil physics, soil microbiology, quality assessment, proficiency tests, detection and prognosis of temporal trends, modelling, trace element and plant nutrient balance, agricultural management, soil information system, digital soil mapping database, soil archive, GIS, pedotransfer functions, soil inference system
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	12.1 Schutz natürlicher Ressourcen

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Basierend auf der Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo, SR 814.12) beauftragen das Bundesamt für Landwirtschaft und das Bundesamt für Umwelt die FG41.4 mit der Nationalen Bodenbeobachtung (NABO). Das Tätigkeitsfeld der NABO umfasst die 4 Module Direktes Monitoring, Modelling, Mapping und Service.

Für das direkte Monitoring betreibt die NABO ein Referenzmessnetz, das aus rund 100 über die gesamte Schweiz verteilten Standorten besteht und alle wichtigen Landnutzungstypen der Schweiz beinhaltet. Sie beobachtet und berichtet über den Zustand und die Entwicklung der Schweizer Bodenbe-

lastung und der Bodenqualität sowie die Wirksamkeit von getroffenen umweltpolitischen Massnahmen.

Die Kernaufgaben der NABO beinhalten sowohl die Erfassung der zeitlichen Veränderungen und Prognosen als auch die Prozessmodellierung von Schad- und Nährstoffen und des Kohlenstoffgehaltes.

Für die landesweite Erfassung und Beurteilung der Bodenqualität gilt es geeignete räumliche Auswertungswerkzeuge anzuwenden, um beispielsweise Aussagen zu landesweiten Kohlenstoffgehalten in landwirtschaftlich genutzten Böden treffen zu können. Im schweizerischen Bodeninformationssystem NABODAT werden räumliche Bodendaten verwaltet. Die Daten können durch das Geographische Informationssystem (GIS) und mit Hilfe der Digital Soil Mapping (DSM) Technik räumlich dargestellt werden. Flächenhafte Darstellungen von Bodeninformationen sind eine wichtige Voraussetzung für transparente und nachvollziehbare landschafts- und raumplanerische Planungen.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Der Auftrag für das NABO-Referenznetz basiert auf Art. 44 (USG, 1983¹) und wird in Art. 3 (VBBo, 1998²) und den entsprechenden Erläuterungen (BUWAL, 2001³) 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 100 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 „normale“ Belastung der Böden der Schweiz 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 Auftragerweiterung 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, 1998⁴) und in der Verordnung zur Beurteilung der Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft von 1998 gefordert wird. Die Ergebnisse der Nationalen Bodenbeobachtung sind Bestandteil des Geobasisdatenkataloges (Anhang 1 GeoIV) des Geoinformationsgesetz (GeoIG, 2007⁵), dass die Verwaltung, den Zugang und Nutzen von Geobasisdaten durch Behörden regelt.

¹ Bundesgesetz über den Umweltschutz vom 7. Oktober 1983

² Verordnung über Belastungen des Bodens vom 1. Juli 1998 (Stand am 1. Juli 2008); SR 814.12

³ Erläuterungen zur Verordnung vom 1. Juli 1998 über Belastungen des Bodens (VBBo)

⁴ Bundesgesetz über die Landwirtschaft vom 29. April 1998 (Stand am 27.4.2004); SR 910.01

⁵ Bundesgesetz vom 5. Oktober 2007 über Geoinformation (Geoinformationsgesetz, GeoIG) (Stand am 1. Oktober 2009); SR 510.62

2.2 Ziele

Das primäre Ziel der Nationalen Bodenbeobachtung ist landesweite, langfristige Beobachtung und Beurteilung der Bodenqualität mit den Zielen der Früherkennung von unerwünschten Trends von Bodeneigenschaften, der Erfolgskontrolle von Umweltschutzmassnahmen und der Prognose von Entwicklungen zum Schutze des Bodens. Dafür werden seit Mitte der 1980-er Jahre Zeitreihen mit Bodenproben von rund 100 Referenzstandorten aufgebaut.

Die NABO unterhält und bewirtschaftet ein Bodenprobenarchiv mit über 10'000 getrockneten und gesiebten sowie mehr als 1'000 tiefgefrorenen Bodenproben mit dem Ziel, Material aus Zeitreihen für die Analyse von neuen Parametern (z.B. persistente organische Schadstoffe) als auch für retrospektive Analysen von Parametern mit neuen Methoden (z.B. Bodenkohlenstoff) zur Verfügung zu haben. Das Bodenprobenarchiv stellt ein unschätzbare „Umwelt-Gedächtnis“ dar.

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 Anreicherung von Stoffen in Böden als auch die Veränderung von Schlüsselgrössen im Boden, wie z.B. pH oder Humus, sind langfristige Prozesse und deshalb schwierig zu erfassen. Um die Ursachen der gemessenen zeitlichen Veränderungen in Böden zu erforschen, werden im indirekten Monitoring Prozessmodelle zur Erklärung der im direkten Monitoring gemessenen Veränderungen in Böden angewendet. Ziel des indirekten Monitorings ist im Sinne des vorsorgenden Bodenschutzes und der Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit frühzeitig negative Veränderung im Boden zu erkennen und auf Basis der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung Prognosen und Empfehlungen für eine nachhaltige Bewirtschaftung geben zu können. Ein weiteres Ziel ist die Übertragung der Ergebnisse von den definierten NABO Standorten auf regionale Skala, als ein regionales Boden-Monitoring Tool für den chemischen Bodenschutz.

Ein wichtiges Ziel im AP2014-17 ist die Synthese der Ergebnisse aus gemessenen Zeitreihen und den Ergebnissen der Stoffflussmodellierung. Damit sollen die Resultate der des Referenzmessnetzes validiert und die Ursachen für bestimmte Entwicklungen identifiziert werden. Zudem soll das Verständnis des Systems Boden verbessert werden mit dem Ziel, die relevanten Bodenprozesse unter den verschiedenen Bedingungen zu erfassen und wenn möglich zu quantifizieren.

Für die landesweite Erfassung und Beurteilung der Bodenqualität gilt es geeignete räumliche Auswertungswerkzeuge anzuwenden, um beispielsweise Aussagen zu landesweiten Kohlenstoffgehalten in landwirtschaftlich genutzten Böden treffen zu können. Da gegenwärtig aber die erforderlichen Bodeninformationen landesweit nicht vorliegen, gliedert sich dieses primäre Ziel in weitere sekundäre Ziele, die die Zusammenführung, Harmonisierung und Verwaltung von landesweiten verfügbaren Bodeninformationen betreffen. Ein Ziel ist daher die Aufarbeitung bestehender analoger und digitaler Bodendaten in der Schweiz sowie deren Betreuung, Pflege und Speicherung in einem Bodeninformationssystem. Kernstück dieses Moduls ist das nationale Bodeninformationssystem NABODAT, das seit Sommer 2012 in der Produktivphase ist.

Meilensteine:

1. Abschluss der Sechsterhebung an den rund 100 NABO-Referenzstandorten 2014 und Beginn der Siebterhebung ab 2015 in einem für die zukünftigen Fragestellung betreffend Auswirkungen des Klimawandels optimierten Referenznetz.
2. Aufnahme von bodenbiologischen und -physikalischen Parameter in die Langzeituntersuchung der Bodenbeobachtung.
3. Durchführung der Evaluation betreffend relevanter organischer Schadstoffe für die Bodenbeobachtung.

4. Erstellung der Synthese des direkten Monitorings und des indirekten Monitorings zur Plausibilisierung der gemessenen Veränderungen.
5. Prozessmodellierung mit deterministischem Bodenmodell und Kopplung von verschiedenen Modellkomponenten (Bodenprozessmodell, Modell der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung) sowie Verknüpfung mit Fernerkundungsdaten und sozio-ökonomischen Rahmenbedingungen.
6. Einpflege der digital verfügbaren Bodendaten der verschiedenen Datenbesitzer (Kantone, Fachhochschulen, Forschungsanstalten, etc.) in NABODAT durch die NABODAT Servicestelle.

2.3 Literaturangaben

- Della Peruta, R. Keller A., Schwab, P. und R. Schulin 2013. Repeated soil sampling combined with biophysical modelling to assess long-term changes of phosphorus in Swiss grassland soils. *European Journal of Soil Sciences* (submitted).
- Della Peruta, R., Keller A. und R. Schulin 2013. Sensitivity analysis, calibration and validation of EPIC for modelling soil phosphorus dynamics in Swiss agro-ecosystems. *Ecological modeling* (submitted).
- Desaules, A. Brändli, R.C., Ammann, S., Bucheli, T.D., Blum, F. & Keller, A., 2008. PAH and PCB in soils of Switzerland - status and critical review. *Journal of Environmental Monitoring*; 10, 1265-1277.
- Gärtner, D., Keller, A. und R. Schulin 2013. A simple regional downscaling approach for spatially distributing land use types for agricultural land. *Agricultural Systems* (in press).
- Gubler, A., Schwab, P., Wächter, A., Keller A. und R.G. Meuli. 2013. Ergebnisse der Nationalen Bodenbeobachtung (NABO) 1985-2009:
- Grob, U., Keller, A. 2011. Inventarisierung des ART Bodendatenarchivs — Im Gesamtkonzept der Nationalen Aufarbeitung von Bodeninformationen. Agroscope Reckenholz-Tänikon ART Forschungsanstalt. Zürich.
- Keller, A., Rossier, N. und A. Desaules 2005. Schwermetallbilanzen von Landwirtschaftsparzellen der Nationalen Bodenbeobachtung. Schriftenreihe der FAL Nr. 54. Agroscope FAL Reckenholz, Eidg. Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, Zürich.
- Keller, A., Rehbein, K., Schwierz, C., Papritz, A. 2011. Robuste geostatistische Methoden zur räumlichen Analyse und Kartierung von Bodeneigenschaften. In: Berichte der DBG »Böden verstehen - Böden nutzen - Böden fit machen«, 3.–9. September 2011, Berlin. <http://eprints.dbges.de>.
- Meuli, R.G., Schwab, P., Wächter, A. und S. Ammann. 2013. Ergebnisse der Nationalen Bodenbeobachtung (NABO). Zustand und Entwicklung 1985-2004. Bundesamt für Umwelt (im Druck).
- Rehbein, K., van der Meer, M., Grob, U., Wegmann, F., Keller, A. 2011. Das Nationale Bodeninformationssystem NABODAT in der Schweiz. In: Berichte der DBG »Böden verstehen - Böden nutzen - Böden fit machen«, 3.- 9. September 2011, Berlin. <http://eprints.dbges.de>.

2.4 Daten und Methoden

In allen drei Bereichen der NABO werden Daten erhoben, erfasst bzw. zusammengeführt und harmonisiert. Während es sich im direkten Monitoring vor allem um Daten der Probenahmen und Analysen der Bodenproben handelt, werden im indirekten Monitoring die landwirtschaftlichen Daten zur Bewirtschaftung der Standorte direkt von den Landwirten erfasst. Im Bereich Mapping werden landesweit verfügbare Bodeninformationen zusammengeführt und harmonisiert. Weitere Daten, die im Zusammenhang mit den Auswertungsmethoden und der Modellierung stehen sind Klima- und Standortdaten, GIS Grundlagendaten sowie Daten der Fernerkundung.

Die angewandten Methoden zur Erreichung der oben erwähnten Ziele sind vielfältig. Im direkten Monitoring sind es statistische Auswertungsmethoden zur Auswertung von Zeitreihen, im indirekten Monitoring Instrumente der Prozessmodellierung mit Sensitivitäts- und Unsicherheitsanalysen, Fehleraus-

breitung, Anwendung deterministischer Bodenmodelle, Kalibrierungsroutinen sowie die Kopplung von verschiedenen Modellkomponenten (Bodenprozessmodell, Modell der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung, Erfassung der Landnutzung mit Fernerkundung und sozio-ökonomische Rahmenbedingungen). Die Schnittstellen und Modellierungen werden neben modellspezifischen Programmiersprachen mit der mathematischen Software Matlab (Mathworks) realisiert.

Im Bereich Mapping werden geostatistische Methoden angewendet um Bodeninformationen vom Punkt in die Fläche interpolieren zu können. Hierbei kommen ebenso Methoden für die Aufarbeitung von GIS-Kartengrundlagen (z.B. Terrain Attribute) zum Einsatz, sowie Methoden zur Auswertung von Fernerkundungsdaten. Die Migration und Harmonisierung von Bodeninformationen geschieht mit automatisierten Routinen, welche mit einer Spezialsoftware programmiert werden.

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

Die Berichterstattung auf nationaler Ebene ist in der VBBo Art. 3 geregelt und erfolgt über das BAFU. Die internationale Berichterstattung erfolgt via Publikationen in wissenschaftlichen, peer reviewed Journals und via EIONET (European Environment Information and Observation Network) sowie weitere institutionalisierte Partnerschaften.

3.2 Kunden

Der konzeptionelle Rahmen dieses Prozesses ermöglicht es, verschiedene Kundengruppen auf verschiedenen Detaillierungsniveaus zu unterstützen. So dienen die Umweltindikatoren den Zielen des BLW während das BAFU mit der Überwachung der diffusen Bodenverschmutzung beauftragt ist. Das Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) greift bei Abklärungen zu FFF auf die Expertise der NABO zurück. Die Kantone wiederum profitieren von den Arbeiten der NABO in dem sie die Wirksamkeit von getroffenen Umweltschutzmassnahmen überprüfen können. Mit Hilfe von Prozessmodellen können die Entwicklungen der Nährstoff- und Schadstoffe vorausgesagt werden. Die wissenschaftliche Forschungsgemeinschaft ist folglich eine weitere wichtige Kundengruppe. Der Know-how Transfer wird durch Unterricht an den Hochschulen (z.B. ETHZ) sichergestellt.

3.3 Nutzen

Mit den Publikationen der Ergebnisse der Erst- bis Vierterhebung (1985-2004) und der Erst- bis Fünfterhebung (1985-2009) konnte gezeigt werden, dass die getroffenen technischen Umweltschutzmassnahmen im Bereich der Schwermetallbelastungen Wirkung zeigten. So weisen die vorwiegend über die Atmosphäre eingebrachten Schwermetalle Cadmium und Blei keine Zunahmen über die letzten 20 Jahre im Oberboden auf. Es wurde festgestellt, dass an einigen Ackerstandorten und insbesondere an den intensiv genutzten Graslandstandorten monotone Anstiege an Kupfer und Zink zu verzeichnen sind. Gehen diese Anstiege in den nächsten Jahren unvermindert weiter, werden in wenigen Jahrzehnten die gesetzlichen Vorsorgewerte überschritten. Hier sind zusätzliche Aufklärungsarbeiten der Landwirte und eventuell auch behördliche Massnahmen notwendig.

Das in der NABO entwickelte Referenzierungssystem für Schwermetalle minimiert den Laboreffekt für Zeitreihen und wird von verschiedenen Kantonen im Rahmen der kantonalen Bodenüberwachung angewendet. Die seit über 20 Jahre laufenden Ringversuche haben zu einer deutlichen Verbesserung

der Laboranalysenresultate für die VBBo Totalgehalte geführt. Entscheidungen über Massnahmen im Vollzug des Bodenschutzes stehen damit auf wesentlich solideren Grundlagen.

Im NFP68 Projekt werden die langfristigen Ein- und Austräge für Nährstoffe, Spurenelemente und Pestizide für landwirtschaftliche Böden berechnet und auf die Auswirkungen der relevanten Bodenfunktionen (Filter-, Puffer- und Regulierungsfunktion) überprüft und in den Fallstudiengebieten Teilflächen mit erhöhtem Risiko zu Anreicherungen identifiziert werden. Mit der Berechnung von Bewirtschaftungsszenarien sollen mögliche Massnahmen für einen nachhaltigen Bodenschutz evaluiert und entsprechende Indikatoren abgeleitet werden. Impulse kann das Projekt u.a. für das AUM (BLW), die Vollzugshilfe Umweltschutz in der Landwirtschaft (BLW) und die Bodenstrategie (BAFU) liefern.

Mit regionalen Fallstudien zu räumlichen Betrachtung der Bodenqualität werden wichtige Grundlagen für Bund und Kantone geschaffen. Das nationale Bodeninformationssystem NABODAT mit GIS-Anbindung stellt die Grundlage für eine gesamtschweizerische, zentrale Ablage, Verwaltung und Verfügbarmachung der georeferenzierten Bodendaten dar. Nach Abschluss der Inventarisierung Mitte 2013 werden alle im ART-Bodendatenarchiv vorhandenen Dokumente digital zur Verfügung stehen. Dazu gehören die Inventarlisten, Profilaufnahmen, Bodenkarten, Begleitberichte usw., die vom Bodenkartierungsdienst der ehemaligen FAP/FAL Reckenholz seit Beginn der sechziger Jahre bis 1996 erstellt bzw. durchgeführt wurden. Parallel dazu werden Kantone durch die NABODAT Servicestelle in ihren Arbeiten zur Digitalisierung und Aufarbeitung der sehr wertvollen Bodendaten beraten und unterstützt. Bis Ende 2013 werden bereits mehrere Kantone NABODAT als kantonale Datenbanklösung einsetzen.

3.4 Impact

Eine der wichtigsten Aufgaben in der Bodendauerbeobachtung ist die Sicherstellung der Methodenstabilität über mehrere Jahrzehnte trotz wechselnden Analysengeräten, Laborpersonal, Standardlösungen etc. Das in der NABO entwickelte Referenzierungssystem ermöglicht es, den Laboreffekt auf ein Minimum zu reduzieren und leistet damit einen wichtigen Beitrag für das fundierte Langzeitmonitoring von Böden. Einzelne Kantone haben dieses Referenzierungssystem in den letzten Jahren für ihre kantonalen Bodenüberwachungsprogramme (KABO) übernommen.

Die seit über 20 Jahren durchgeführten Ringanalysenauswertungen haben dazu geführt, dass die Vergleichbarkeit der Analysenresultate der verschiedenen schweizerischen Labors markant erhöht werden konnte. Diese Qualitätsverbesserungen sind nicht zuletzt für den Vollzug der Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo) von grösster Wichtigkeit.

In der Erforschung der Auswirkungen des Klimawandels auf die Bodenkohlenstoffvorräte werden zwei konträre Hypothesen vertreten. Einerseits Abnahmen aufgrund der durch den Temperaturanstieg steigenden Oxidation des Kohlenstoffes und andererseits Zunahmen aufgrund erhöhter biologischer Aktivität im und auf dem Boden. Die meisten Arbeiten basieren auf Modellierungen und haben als Datenbasis oft nur eine einmalige Zustandserhebung und/oder Werte aus dem Oberboden. Im NABO werden im Rahmen der Probenahmekampagne 2010 – 2014, 25 Jahre nach der Ersterhebung, erneut profilumfassend Bodenproben entnommen und auf Kohlenstoff untersucht. Die Volumenproben ermöglichen neben den Gehaltsangaben auch Vorratsberechnungen. Damit wird ab 2015 ein einmaliger gemessener Datensatz für Publikationen zur Verfügung stehen und zusammen mit den Auswertungen aus den prozessbasierten Stoffflussanalysen konkrete Hinweise liefern welche Bewirtschaftungstypen und evtl. welche Böden zu Ab- resp. Zunahmen im Bodenkohlenstoff tendieren. Solche Ergebnisse können für die Ausgestaltung zukünftiger Anreize bei der Vergabe von Subventionsgeldern berücksichtigt werden.

Im Rahmen des NFP68 Projektes iMSoil werden in einem integrierten Modellansatz verschiedene Monitoring-Tools auf Feldskala und regionaler Ebene miteinander gekoppelt. Aus der Fernerkundung werden Modellkomponenten für Landnutzungsänderungen implementiert, von den NABO-Flux-Standorten fließen Daten zum landwirtschaftlichen Flächenmanagement sowie Erkenntnisse der relevanten Bodenprozesse (Prozessmodell EPIC) ein. Diese Informationen werden mit sozio-ökonomischen Randbedingungen (SWISSland) kombiniert und verbessern das Verständnis über die Dynamik der Nährstoff- und Schadstoffkreisläufe in Böden über die Zeit. Diese Erkenntnisse sollen in den politischen Entscheidungsprozess eingebunden werden und erzielen dann einen maximalen Impact, wenn es gelingt, diese mit den möglichen Auswirkungen auf Bodenfunktionen (z.B. Wasserrückhaltevermögen) zu verbinden.



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.42.1.1

Samenmischungen Kunstfutterbau

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Qualitätssamenmischungen für Futterproduktion und ökologische Bereicherung
Titel Originalsprache kurz	Samenmischungen Kunstfutterbau
Title English	High-Quality Seed Mixtures for Leys and for Ecological Enrichment
Title English short	Seed Mixtures for Leys
Titre français	Mélanges de semences de haute qualité pour la production fourragère et pour l'enrichissement écologique
Titre français (bref)	Mélanges de semences en production fourragère
Leiter Tätigkeitsfeld	Suter, Daniel
Stv. Leiter Tätigkeitsfeld	Lüscher, Andreas
Keywords	variety testing, forage plants, leys, grass-clover mixtures, ecological enrichment, legal task, functional biodiversity, resource efficiency
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	11.1 Neue Nutzpflanzensorten

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Kunstwiesen bedecken etwa 30 % der Fruchtfolgefläche der Schweiz. Sie sind Hauptfutterlieferant in den ackerbaulich genutzten Gebieten und ermöglichen eine nachhaltige (Nährstoffkreisläufe) und ressourcen-effiziente Versorgung mit betriebseigenem Futter hoher Qualität. Klee-Gras-Mischungen liefern über die biologische N₂-Fixierung Stickstoff ins Pflanzenbausystem. Als zentrales Element der Fruchtfolge erhalten sie die Bodenfruchtbarkeit auf lange Sicht. Durch die weltweiten Anstrengungen in der Futterpflanzenzüchtung stehen laufend neue Sorten von Futterpflanzen zur Verfügung, die für ihre Eignung unter unseren Anbaubedingungen geprüft (Vollzugsaufgabe) und in das Mischungssystem integriert werden müssen.

Um die Erfüllung dieser multifunktionalen Leistungen des Kunstfutterbaus erfüllen zu können entwi-

ckelt dieses Tätigkeitsfeld unter dem Kernthema ‚neue Nutzpflanzensorten‘ optimierte Samenmischungen, die beste Sorten von Futterpflanzen in geeigneter Zusammensetzung enthalten und die Betriebs- und Standortbedingungen berücksichtigen und passt diese laufend den neuen Ansprüchen und technischen Möglichkeiten an. Spezifisch werden (i) die weltweit zur Verfügung stehenden neuen Zuchtsorten geprüft, (ii) der ‚Nationale Sortenkatalog der Schweiz‘ herausgegeben (Vollzugsaufgabe), (iii) die ‚Liste der empfohlenen Sorten von Futterpflanzen‘ publiziert (Schlüsseldokument für die Saatgutbranche), (iv) die ‚Standardmischungen für den Futterbau‘ herausgegeben (Schlüsseldokument für Beratung, Handel und Praxis), (v) neue Technologien und Futterpflanzen geprüft und, wenn geeignet, in das System Kunstfutterbau integriert und (vi) Grundlagen für Anpassungsstrategien an unterschiedliche und sich ändernde klimatische Bedingungen, insbesondere Sommertrockenheit, entwickelt.

Dieses schweizerische System ist weltweit eine Exklusivität und hat sowohl von der Qualität der Forschung und Entwicklung her, wie auch von der Umsetzung in die Praxis mit Einbezug der Branche, der Beratung und des Qualitätslabels der AGFF (Arbeitsgemeinschaft zur Förderung des Futterbaues) europaweit Vorbildcharakter.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Mit über 130'000 ha (30 % der Fruchtfolgefläche) haben im schweizerischen Ackerbaugesamt die Kunstwiesen flächenmässig die grössere Bedeutung als Weizen, Dinkel, Gerste und Hafer zusammen. In ackerbaulich genutzten Gebieten sind Kunstwiesen der Hauptlieferant für hochwertiges Grundfutter. Gleichzeitig sind Kunstwiesen mit ihren guten Vorfruchteigenschaften, der Stickstofffixierung der Leguminosen, den positiven Auswirkungen auf die Bodenstruktur und Pflanzengesundheit zentrale Komponenten von ökologischen IP- und Bio-Anbausystemen. Die artenreichen Mischungen für den ökologischen Ausgleich beinhalten ein bedeutendes Potential zur Verbesserung der unbefriedigenden Ökoqualität vieler ökologischer Ausgleichsflächen. Folglich sind leistungsfähige Kunstwiesen und artenreiche Mischungen zentrale Elemente einer nachhaltigen Landwirtschaft und leisten direkt oder indirekt einen wesentlichen Beitrag zu allen Thematischen Schwerpunkten von Agroscope.

Die ‚Liste der empfohlenen Sorten von Futterpflanzen‘ von 30 unterschiedlichen Futterpflanzenarten und die ‚Standardmischungen für den Futterbau‘ mit 36 Mischungen für unterschiedliche Verwendungszwecke (Mahd, Weide, Dauer, Konservierung) sind zentrale Grundlagendokumente für den Vollzug (Saat- und Pflanzgutverordnung), den Samenhandel, die Beratung und die Landwirte. Sie sind das Rückgrat des schweizerischen Kunstfutterbausystems. Dieses schweizerische System ist eine Exklusivität und hat sowohl von der Qualität der Forschung und Entwicklung her, wie auch von der Umsetzung in der Praxis und Branche europaweit Vorbildcharakter.

Um dieses System leistungsfähig zu erhalten und weiter zu verbessern, ist es notwendig, auf die anstehenden Herausforderungen zu reagieren.

- Der weltweite Zuchtfortschritt bei den Futterpflanzen muss laufend über die Sortenprüfung als Vollzugsaufgabe in das System übernommen werden.
- Die Mischungsrezepte müssen an die neuen Zuchtsorten angepasst werden, um die gewünschte Zusammensetzung der Mischbestände erreichen zu können.
- Die Mischungen müssen für unterschiedliche Wachstumsbedingungen (Klima, Boden) stetig neu optimiert werden.
- Neue Anbautechniken und Saatguttechnologien gilt es zu prüfen und, wenn geeignet, in das System zu integrieren.
- Der Anbau und die Verwendung von Futterpflanzen mit neuen Eigenschaften im Bereich Tiergesundheit und Futtermittelverwertung und weiteren Bereichen.

2.2 Ziele

1. Die neuesten Züchtungen der weltweit verfügbaren und für die Bedürfnisse des schweizerischen Futterbaues geeigneten Futterpflanzen sind unter den typischen Anbaubedingungen der Schweiz systematisch getestet.
2. Die besten Sorten von Futterpflanzen (siehe ‚Nationaler Sortenkatalog der Schweiz‘ und ‚Liste der empfohlenen Sorten von Futterpflanzen‘) sind bekannt und werden verwendet.
3. Der Züchtungsfortschritt wird der Landwirtschaft weitergegeben, indem zur (Weiter-)Entwicklung bedürfnisgerechter Klee/Gras-Mischungen nur beste Sorten geeigneter Arten verwendet werden.
4. Es besteht ein breites Angebot an Standardmischungen (‚Standardmischungen für den Futterbau‘), welches der Vielfalt an Wachstumsbedingungen, den unterschiedlichen Bedürfnissen bezüglich Anlagedauer und Verwendungszweck des Futters Rechnung trägt.
5. Neue Technologien sind überprüft und weiterentwickelt, um deren Einführung in nachhaltige und effiziente Tierproduktionssysteme zu ermöglichen. Dazu gehören die Verwendung von tanninhaltigen Futterpflanzen, von Gräsern mit einem hohen Zucker- resp. Energiegehalt und Saatgutbehandlungsmethoden.
6. Grundlagen für stabilere Anbausysteme unter ändernden Umweltbedingungen (z.B. Sommertrockenheit) sind erarbeitet.

2.3 Literaturangaben

- Finn J.A., Kirwan L., Connolly J., Sebastià M.T., Helgadóttir Á., Baadshaug O.H., Bélanger G., Black A., Brophy C., Collins R.P., Čop J., Dalmannsdóttir S., Delgado I., Elgersma A., Fothergill M., Frankow-Lindberg B.E., Ghesquire A., Golinska B., Golinski P., Grieu P., Gustavsson A.M., Höglind M., Huguenin-Elie O., Jørgensen M., Kadžiulienė Ž., Kurki P., Llubra R., Lunnan T., Porqueddu C., Suter M., Thumm U. and Lüscher A. (2013) Ecosystem function enhanced by combining four functional types of plant species in intensively managed grassland mixtures: a three-year continental-scale field experiment. *Journal of Applied Ecology*, 50, 365–375.
- Häring D.A., Suter D., Amrhein N and Lüscher A. (2007) Biomass Allocation is an Important Determinant of the Tannin Concentration in Growing Plants. *Annals of Botany*, 99, 111–120.
- Heckendorn F., Häring D.A., Maurer V., Zinsstag J., Langhans W. and Hertzberg H. (2006) Effect of sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) silage and hay on established populations of *Haemonchus contortus* and *Cooperia curticei* in lambs. *Veterinary Parasitology*, 142, 293–300.
- Kirwan L., Lüscher A., Sebastia M.T., Finn J.A., Collins R.P., R.P., Porqueddu, C., Helgadóttir, Á., Baadshaug, O.H., Brophy, C., Coran, C., Dalmannsdóttir, S., Delgado, I., Elgersma, A., Fothergill, M., Frankow-Lindberg, B.E., Golinski, P., Grieu, P., Gustavsson, A.M., Höglind, M., Huguenin-Elie, O., Iliadis, C., Jørgensen, M., Kadziulienė, „, Karyotis, T., Lunnan, T., Malengier, M., Maltoni, S., Meyer, V., Nyfeler, D., Nykanen-Kurki, P., Parente, J., Smit, H.J., Thumm, U. & Connolly, J. (2007) Evenness drives consistent diversity effects in an intensive grassland system across 28 European sites. *Journal of Ecology*, 95, 530–539.
- Lehmann J., Zihlmann U. und Briner H.U. (1981) Überlegungen zum Klee-Gras-Anbau. *Schweizerische Landwirtschaftliche Monatshefte*, 59, 365–381.
- Lüscher A., Finn J.A., Connolly J., Sebastià M.T., Collins R., Fothergill M., Porqueddu C., Brophy C., Huguenin-Elie O., Kirwan L., Nyfeler D. & Helgadóttir Á. (2008) Benefits of sward diversity for agricultural grasslands. *Biodiversity* 9, 29-32.
- Lüscher A., Mueller-Harvey I., Soussana J.F., Rees R.M. & Peyraud J.L. (2013) Potential of legume-based grassland-livestock systems in Europe. *Grassland Science in Europe*, 18, 3–29.
- Miller L.A., Moorby J.M., Davies D.R., Humphreys M.O., Scollan N.D., MacRae J.C. and Theodorou M. K. (2001) Increased concentration of water-soluble carbohydrate in perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.): milk production from late-lactation dairy cows. *Grass and Forage Science*, 56, 383–394.

- Nyfeler D., Huguenin-Elie O., Suter M., Frossard E., Connolly J. and Lüscher A. (2009) Strong mixture effects among four species in fertilized agricultural grassland led to persistent and consistent transgressive overyielding. *Journal of Applied Ecology*, 46, 683–691.
- Nyfeler D., Huguenin-Elie O., Suter M., Frossard E. and Lüscher A. (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 and Environment*, 140, 155–163.
- Peyraud J.L., Le Gall A. and Lüscher A. (2009) Potential food production from forage legume-based systems in Europe: an overview. *Irish Journal of Agricultural and Food Research* 48, 115-135.
- Pill W.G. and Necker A.D.(2001) The effects of seed treatments on germination and establishment of Kentucky bluegrass (*Poa pratensis* L.). *Seed Science and Technology*, 29, 65–72.
- Suter D., Hirschi H.U., Frick R. und Bertossa M. (2012a) Liste der empfohlenen Sorten von Futterpflanzen 2013–2014. *Agrarforschung Schweiz*, 3, 1–8.
- Suter D., Huguenin-Elie O., Nyfeler D. and Lüscher A. (2010) Agronomically improved grass-legume mixtures: higher dry matter yields and more persistent legume proportions. *Grassland Science in Europe*, 15, 761–763.
- Suter D., Rosenberg E., Mosimann E. und Frick R. (2012b) Standardmischungen für den Futterbau: Revision 2013–2016. *Agrarforschung Schweiz*, 3, 1–12.

2.4 Daten und Methoden

Sämtliche Erkenntnisse werden aus Feldversuchen mittels Felderhebungen und Laboranalysen gewonnen. Neben kontrollierten Kleinparzellenversuchen werden auch Streifenversuche 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 projektspezifischen Protokollen durchzuführen.

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

- Produzenten/landwirtschaftliche Praxis: praxisorientierte Publikationen sowie wiss. Publikationen und persönlicher Wissensaustausch, Feldtagungen, Flurbegehungen
- Behörden, Branchen: persönlicher Wissensaustausch, Vollzugsaufgaben
- Forschung: wiss. Publikationen, persönlicher Wissensaustausch
- Beratung, Schulung: wiss. Publikationen, praxisorientierte Publikationen, persönlicher Wissensaustausch, Feldtagungen, Flurbegehungen
- Fachorganisationen: wiss. Publikationen, praxisorientierte Publikationen, persönlicher Wissensaustausch
- Presse, Medien: praxisorientierte Publikationen, mediale Kommunikation
- Konsumenten, Öffentlichkeit: mediale Kommunikation

3.2 Kunden

Produzenten/landwirtschaftliche Praxis, Behörden und Branchen, Forschung, Beratung und Schulung, Fachorganisationen, Presse und Medien, Konsumenten

3.3 Nutzen

- Produzenten/landwirtschaftliche Praxis: Erhalten Produkte (Samenmischungen), die auf ihre Bedürfnisse abgestimmt sind und die Nutzung des genetischen Fortschritts / der Futterpflanzenzüchtung ermöglichen.
- Behörden, Branchen: Durchführung der Sortenprüfung im Rahmen von Sortenzulassungen entsprechend Saat- und Pflanzgutverordnung, SR 916.151.1. Der daraus entstehende ‚Nationale Sortenkatalog‘ bestimmt die Handelbarkeit von Saatgut in der Schweiz wie auch im ganzen europäischen Raum.
- Branche: Die Bereitstellung der ‚Liste der empfohlenen Sorten von Futterpflanzen‘ ist die zentrale Informationsgrundlage für die Saatgutbranche in der Schweiz. Die Publikation ‚Standardmischungen für den Futterbau‘ dient der Saatgutbranche als Basis zur Zusammenstellung von Qualitätssamenmischungen.
- Forschung: Wissensgewinn zu Sorten von Futterpflanzen sowie zur Ökophysiologie von Mehrartenbeständen von Wiesen und Weiden zur Erhöhung der Ressourcen-Effizienz durch gezielte Nutzung der funktionellen Biodiversität.
- Beratung, Schulung: Bereitstellung von Information zu Sorten- und Mischungsfragen
- Fachorganisationen: Unterstützung von Qualitätsstrategien im Kunstfutterbau
- Presse, Medien: Bedienung mit Wissen und neuen Ergebnissen
- Konsumenten: Dank einem optimierten Kunstfutterbau können den Verbrauchern auf Wiesen- und Weidefutter basierte Milch- und Fleischprodukte mit umwelt- und verbraucherfreundlicher Produktionsweise zur Verfügung gestellt werden.

3.4 Impact

Grundsätzlich kann festgehalten werden, dass in diesem Tätigkeitsfeld über zwei Linien ein sehr grosser Impact (Wirkung) erzielt wird:

- A.) ein sehr breiter und vielfältiger Nutzen (ökologisch und ökonomisch) wird generiert und
- B.) dieser Nutzen wird auf einer grossen Fläche wirksam.

- Im schweizerischen Kunstfutterbau werden Qualitätssamenmischungen mit den besten Sorten eingesetzt. Dank dadurch erzielten hohen Erträgen und hohen Grundfutterleistungen kann ein grosser Teil des Futters auf dem eigenen Betrieb erzeugt werden. Damit liefert das Tätigkeitsfeld einen wesentlichen Beitrag zum Schliessen der Proteinlücke in der Tierfütterung, die europaweit als Problem betrachtet wird.
- Gleichzeitig wird der Krafftuttermittelverbrauch beschränkt, so dass das Tätigkeitsfeld einen wichtigen Beitrag leistet zur neuen Agrarpolitik (Graslandbasierte Milch- und Fleischproduktion).
- Neben der erhöhten Produktivität leisten die entwickelten Mischungen einen grossen Beitrag zur umweltschonenden Produktion (tieferer Ressourceneinsatz, weniger Emissionen).
- Anpassungskonzepte an sich ändernde Anforderungen von Ökonomie, Gesetzgebung und Umweltbedingungen stehen der Landwirtschaft bereit und werden angewandt.



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.42.1.2

Nachhaltiges Dauergrasland

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Nachhaltige Nutzung von Dauergrasland als Grundlage für eine ökonomische und ökologische Landwirtschaft
Titel Originalsprache kurz	Nachhaltiges Dauergrasland
Titel englisch	Sustainable management of permanent grassland: basis for an economic and ecological agriculture
Title english short	Sustainable permanent grassland
Titel französisch	Gestion durable des herbages permanents comme base pour une agriculture économique et écologique
Titel französisch kurz	Herbages permanents durables
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Schneider, Manuel
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Huguenin-Elie, Olivier
Keywords	Permanent grassland, floristic composition, functional biodiversity, resource efficiency, multifunctionality, weeds, organic farming, climate change, irrigation, alpine, steppe
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	11.3 Tierernährung und Grasland

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

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

Das Hauptziel des Tätigkeitsfeldes ist die Entwicklung von standortangepassten Strategien zur Stärkung der graslandbasierten Produktion bei gleichzeitig minimaler Beeinträchtigung der Umwelt. Es

leistet somit einen zentralen Beitrag zum thematischen Schwerpunkt „Ökologische Intensivierung“. Da Gras der Hauptteil einer bedarfsgerechten Ration für Wiederkäuer ist, trägt das Tätigkeitsfeld wesentlich zum Kernthema „Tierernährung und Graslandnutzung“ bei. In Zentrum dieses Tätigkeitsfeldes steht die Multifunktionalität des Graslandes, welche nur durch eine gezielte, an die Standortbedingungen angepasste, abgestufte Bewirtschaftung des Graslandes sichergestellt werden kann. Dabei wird der zu erwartende Wandel im Klima und den landwirtschaftlichen Strukturen mitberücksichtigt und auf eine nachhaltige Nutzung der Ressourcen Boden, Nährstoffe, Biodiversität und Wasser geachtet. Somit liefert dieses Tätigkeitsfeld Teilbeiträge zu jedem Thematischen Schwerpunkt von Agroscope, wobei die Nachhaltigkeit des bearbeiteten Systems Dauergrasland im Zentrum steht.

Wir entwickeln innovative Strategien im Dauergrasland zur Nutzung der funktionellen Biodiversität für eine ressourceneffiziente Futterproduktion, zur Lenkung von Beständen mit eingeschränkten Nutzungsmöglichkeiten, zur Verhinderung und Regulierung der Verunkrautung mit biokompatiblen Methoden und zur Anpassung der Graslandnutzung an die Sommertrockenheit. Zusätzlich erarbeiten wir Massnahmen zur Schaffung und Erhaltung ökologisch wertvoller Graslandbestände im Tal- und Berggebiet. Weiter erarbeiten wir Lösungen für die Wiederherstellung und eine nachhaltige Nutzung von degradiertem Grasland in der Eurasischen Steppe

Die ökologische und wirtschaftliche Graslandbewirtschaftung als Basis für hochwertige Lebensmittel und für die Erhaltung der Produktionsressourcen sind klare Bedürfnisse der Öffentlichkeit und zentrale Ziele der Agrarpolitik. Sämtliche Erkenntnisse kommunizieren wir an die landwirtschaftliche Praxis (via die AGFF und die landwirtschaftliche Beratung), die politischen Entscheidungsträger und die Öffentlichkeit. Zusammen mit unseren internationalen Publikationen trägt das Tätigkeitsfeld zu einer nachhaltigen landwirtschaftlichen Produktion weltweit bei.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Das Grasland prägt die Landwirtschaft in der Schweiz und in weiten Teilen der Welt. So werden $\frac{3}{4}$ der landwirtschaftlich genutzten Fläche in der Schweiz als Dauergrasland (Naturwiesen) bewirtschaftet. Milch und Fleisch aus Gras leisten einen Hauptbeitrag zur hochwertigen Proteinversorgung der Bevölkerung. Wiesenfutter ist günstig zu erzeugen und erlaubt so ein angemessenes landwirtschaftliches Einkommen aus betriebseigenem, tiergerechtem Futter. Neben dieser Produktionsfunktion liefert Grasland eine Reihe weiterer Schlüsselbeiträge zur Multifunktionalität der Landwirtschaft. Die dauerhafte und dichte Durchwurzelung sorgt für stabile Böden, die viel Kohlenstoff speichern. Die biologische Stickstofffixierung ermöglicht eine teilweise autonome Stickstoffversorgung, von welcher der gesamte Landwirtschaftsbetrieb profitiert. Grasland beherbergt eine reichhaltige Flora und Fauna, welche an die langjährige traditionelle Nutzung angepasst und nur durch diese zu erhalten ist. Es ist deshalb für die Schweiz unbestritten: eine Landwirtschaft ohne multifunktionales Grasland kann nicht nachhaltig sein.

Die schweizerische Agrarpolitik (AP 2014-17) fördert denn auch die Graslandbewirtschaftung und die grasbasierte Milch- und Fleischproduktion gezielt. Experten gehen davon aus, dass in den kommenden 40 Jahren, im Gegensatz zu allen anderen Kulturen, die Fläche des Graslandes in der Schweiz weiter zunehmen wird (REDES, 2013). Die Graslandnutzung in der Schweiz steht allerdings vor zahlreichen Herausforderungen, die es zu meistern gilt:

1. Der fortschreitende landwirtschaftliche Strukturwandel führt zu grösseren Betrieben und Bewirtschaftungseinheiten und erzeugt einen Rationalisierungsdruck auf die auszuführenden Arbeiten. Die Graslandnutzung erfolgt dadurch oft weniger pfleglich, was zu instabilen Wiesenbeständen, Unkrautproblemen und zum Verlust an Biodiversität (Flora und Fauna) führt.

2. Gesteigerte Produktivität in der Tierhaltung erhöht die Ansprüche an die Futterqualität. Können diese nicht befriedigt werden, müssen vermehrt betriebsfremde protein- und energiereiche Futtermittel zugeführt werden. Dies führt zu Verschiebungen in den globalen, regionalen und betrieblichen Nährstoff- und Lebensmittelströmen.
3. Der wirtschaftliche Druck und die Notwendigkeit, den ökologischen Fußabdruck der Tierproduktion zu verkleinern, erfordern eine effizientere Nutzung der Ressourcen.
4. Der globale Klimawandel verlangt nach neuen Strategien in der Graslandbewirtschaftung. Diese beinhalten indirekte Anpassungen wie eine veränderte Nutzung und direkte wie die Bewässerung. Zudem bietet Grasland durch die große Kohlenstoffspeicherung und die Nutzung der symbiotischen N₂-Fixierung ausserordentliche Chancen, dem Klimawandel über die Treibhausgasbilanz entgegenzuwirken.
5. Die Biodiversität ist weltweit bedroht und im Rückgang begriffen. Soll sie auch zukünftigen Generationen uneingeschränkt zur Verfügung stehen, sind Anstrengungen nötig, die charakteristische Flora und Fauna durch ein attraktives Lebensraum-Mosaik zu erhalten.
6. Veränderungen der Bewirtschaftung und/oder des Klimas führen dazu, dass neue Problempflanzen (Neophyten oder einheimischen Arten) auftauchen und neue Regulierungsstrategien erforderlich werden.

2.2 Ziele

Unser Ziel ist die Entwicklung von standortangepassten Strategien zur Stärkung der Produktion und der Erhaltung der Multifunktionalität im Dauergrasland. Da der Anteil an biologisch wirtschaftenden Betrieben im Futterbau besonders hoch ist, werden bei der Verfahrensdefinition biokompatible Ansätze besonders berücksichtigt.

1. Wir entwickeln innovative Strategien zur Nutzung der funktionellen Biodiversität (Kombination unterschiedlicher funktioneller Gruppen von Graslandpflanzen) für eine ertragreiche, stabile, umweltfreundliche und ressourceneffiziente Futterproduktion.
2. Wir stellen innovative Strategien zur Bestandeslenkung für Graslandflächen mit eingeschränkten Nutzungsmöglichkeiten bereit. Dabei handelt es sich einerseits um intensiv genutzte Flächen, deren Standorteigenschaften die intensiv nutzbaren Gräser nur beschränkt gedeihen lassen und die deshalb verunkrauten. Andererseits handelt es sich um von der Nutzungsaufgabe bedrohte Grenzertragsstandorte, für welche die Offenhaltung und die Erhaltung der Biodiversität wichtige Ziele sind.
3. Wir erarbeiten innovative, biokompatible Methoden für die direkte Bekämpfung unerwünschter Pflanzenarten in Futterbauflächen.
4. Wir entwickeln Massnahmen zur Schaffung und Erhaltung ökologisch wertvoller Graslandbestände im Tal- und Berggebiet. Diese beinhalten die Bereicherung bestehender ökologischer Ausgleichsflächen mit wertvollen Arten wie auch die Beurteilung alternativer Pflegemassnahmen an Grenzertragslagen.
5. Wir erweitern die Grundlagen für eine effiziente Nutzung von Nährstoffen im Graslandbetrieb und für eine bedarfsgerechte Düngung. Schwerpunkte sind die Förderung der symbiotischen Stickstofffixierung und eine gezieltere Nutzung von Phosphor.
6. Wir entwickeln Strategien zur Anpassung der Graslandnutzung an die Sommertrockenheit (Klimawandel). Wir bearbeiten diese Fragestellung im Talgebiet unter intensiven Bedingungen wie auch in trockenen inneralpinen Tälern.
7. Wir erarbeiten Lösungen für die Wiederherstellung und eine nachhaltige Nutzung von degradiertem Grasland in der Eurasischen Steppe.

2.3 Literaturangaben

- Finn J.A., Kirwan L., Connolly J., Sebastià M.T., Helgadóttir Á., Baadshaug O.H., Bélanger G., Black A., Brophy C., Collins R.P., Čop J., Dalmannsdóttir S., Delgado I., Elgersma A., Fothergill M., Frankow-Lindberg B.E., Ghesquire A., Golinska B., Golinski P., Grieu P., Gustavsson A.M., Höglind M., Huguenin-Elie O., Jørgensen M., Kadžiulienė Ž., Kurki P., Llubra R., Lunnan T., Porqueddu C., Suter M., Thumm U. and Lüscher A. (2013) Ecosystem function enhanced by combining four functional types of plant species in intensively managed grassland mixtures: a three-year continental-scale field experiment. *Journal of Applied Ecology* 50, 365-375.
- Nyfeler D., Huguenin-Elie O., Suter M., Frossard E., Connolly J. and Lüscher A. (2009) Strong mixture effects among four species in fertilized agricultural grassland led to persistent and consistent transgressive overyielding. *Journal of Applied Ecology* 46, 683-691.
- Nyfeler D., Huguenin-Elie O., Suter M., Frossard E. and Lüscher A. (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 and Environment* 140, 155-163.
- Huguenin-Elie O., Stutz C.J., Gago R. and Lüscher A. (2008) Wiesenerhaltung durch gezielte Gräserversamung. *Agrarforschung* 15(3), 144-149.
- Huguenin-Elie O., Stutz C., Gago R. and Lüscher A. (2010) Floristische Aufwertung von Wiesen des ökologischen Ausgleichs: Effekt der Nährstoffverfügbarkeit. *ART-Schriftenreihe* 14, 19-26.
- Suter M., Siegrist-Maag S., Connolly J. and Lüscher A. (2007) Can the occurrence of *Senecio jacobaea* be influenced by management practice? *Weed Research* 47, 262-269.
- Suter M. and Lüscher A. (2011) Measures for the control of *Senecio aquaticus* in managed grassland. *Weed Research* 51, 601-611.
- Peter M., Edwards P.J., Jeanneret P., Kampmann D. and Lüscher A. (2008) Changes over three decades in the floristic composition of fertile permanent grasslands in the Swiss Alps. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 125, 204-212.
- Peter M., Gigon A., Edwards P.J. and Lüscher A. (2009) Changes over three decades in the floristic composition of nutrient-poor grasslands in the Swiss Alps. *Biodiversity and Conservation* 18, 547-567.
- Kampmann D., Lüscher A., Konold W. and Herzog F. (2012) Agri-environment scheme protects diversity of mountain grassland species. *Land Use Policy* 29, 569-576.
- Pomaro C., Schneider M.K. and Macolino S. (2013) Plant species loss due to forest succession in Alpine pastures depends on site conditions and observation scale. *Biological Conservation*, 161, 213-222.
- Schneider M.K., Homburger H., Scherer-Lorenzen M. and Lüscher A. (2013) Beweidungsintensität und Ökosystemleistungen im Alpengebiet. *Agrarforschung Schweiz*, 4(5), 222-229.
- Liebisch F., Bünemann E.K., Huguenin-Elie O., Jeangros B., Frossard E. and Oberson A. (2013). Plant phosphorus nutrition indicators evaluated in agricultural grasslands managed at different intensities. *European Journal of Agronomy* 44, 67-77
- Bünemann E.K., Oberson A., Liebisch F., Keller F., Annaheim K.E., Huguenin-Elie O. and Frossard E. (2012) Rapid microbial phosphorus immobilization dominates gross phosphorus fluxes in a grassland soil with low inorganic phosphorus availability. *Soil Biology and Biochemistry* 51, 84-95.
- Marbot B., Schneider M. und Flury C. (2013) Wiesenbewässerung im Berggebiet, *Bericht Forschungsprogramm AgriMontana*, Agroscope, Zürich und Ettenhausen.

2.4 Daten und Methoden

Benötigte Daten: Standortinformationen für die Interpretation von Erhebungen der Artenzusammensetzung (teilweise als GIS-Datensätze verfügbar, teilweise im Feld zu erheben); Funktionelle Pflanzenmerkmale für die Interpretation von Vegetationsdaten und Versuchsergebnisse (teilweise in Datenbanken verfügbar, teilweise im Feld zu erheben).

Verwendete Methoden: Randomisierte Parzellenversuche an verschiedenen Feldstandorten; Probenahmen an stratifiziert und zufällig ausgewählten Standorten im Feld; Experimente in Klimakammern und im Gewächshaus; Erhebung der Artenzusammensetzung mittel quantitativer Methoden (insbesondere Vegetation); Messung von Wachstumsparametern (LAI, Biomasse, Wuchshöhe) und Bodeneigenschaften (Nährstoffgehalte, Humusgehalte, Wassergehalt); Aufzeichnung von Bewegungsmustern von Weidetieren; Statistische Auswertungen und Modellierung.

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

- Wir veröffentlichen Resultate unserer Forschungstätigkeit im gesamten Publikationsspektrum von der landwirtschaftlichen und allgemeinen Presse (praxisorientierte Publikationen, mediale Kommunikation), über nationale Publikationsorgane (Agrarforschung, Hotspot) bis hin zu internationalen peer-reviewten Zeitschriften.
- Wir rapportieren an Geldgeber und weitere Interessenskreise (Fachorganisationen) mittels Zwischen- und Schlussberichten.
- Wir präsentieren und diskutieren Forschungsergebnisse an nationalen und internationalen Fachtagungen.
- Wir geben unsere Erkenntnisse an Tagungen von Agridea und AGFF an Mitarbeiter der kantonalen Fachstellen und die landwirtschaftlichen Berater weiter und nehmen ihre Anregungen auf.
- Wir organisieren regelmässig für die AGFF in Zusammenarbeit mit den kantonalen landwirtschaftlichen Bildungs- und Beratungszentren Tagungen für Landwirte, an denen wir aktuelle Resultate präsentieren und demonstrieren (Feldtagungen, Flurbegehungen).
- Unsere Forschungsergebnisse verwenden wir bei der Beantwortung diverser Anfragen von Behörden, Beratern und Landwirten zu Fachthemen.
- Wir unterhalten verschiedene Webseiten zu Fachthemen, auf denen wir unsere Tätigkeit und unsere Erkenntnisse kundenfreundlich präsentieren.
- Wir vermitteln Studenten der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften während acht Tagen die Grundlagen einer nachhaltigen Graslandbewirtschaftung. Wir bauen dabei auch aktuelle Forschungsergebnisse in den Unterricht ein und übermitteln diese direkt an zukünftige Anwender.

3.2 Kunden

- a) Landwirtschaftliche Praxis (Milchproduzenten, SMP, Rind-, Schaf- und Hirschfleischproduzenten, HalterInnen von raufutterverzehrenden Tieren, IP-Suisse, BioSuisse)
- b) Landwirtschaftliche Beratung (Agridea, AGFF)
- c) Landwirtschaftliche und universitäre Ausbildung (ZHAW-Biologische Landwirtschaft und Hortikultur, ETHZ-Institut für Agrarwissenschaften)
- d) Fachstellen Bund und Kantone
- e) Öffentlichkeit/Gesellschaft
- f) Wissenschaft
- g) Presse und Medien

3.3 Nutzen

Die multifunktionalen Leistungen des Graslandes dienen der Landwirtschaft selbst, dem Tourismus und den Konsumenten.

- a) Die Bewirtschaftung der Naturwiesen ist eine wichtige Tätigkeit für die Mehrheit der Landwirtschaftsbetriebe in der Schweiz. Dies beweist der jeweils überwältigende Besuch von Tagungen der AGFF. Das Tätigkeitsfeld liefert neue Strategien zur Lenkung von Problembeständen, zur Minderung der Effekte des Klimawandels und zur ökologischen Aufwertung auf dem Landwirtschaftsbetrieb (Ökoqualitäts- und Kulturlandschaftsbeiträge), die für die Bewirtschafter von grossem Nutzen sind. Damit liefert es einen entscheidenden Beitrag zur Förderung der Widerstandsfähigkeit (resilience) des Graslandsystems und zur effizienten Nutzung der Ressourcen (Biodiversität, Wasser, Nährstoffe). Auch neue Erkenntnisse zur Weideführung auf der Alp sind von grossem Interesse für die Bestösser. Anpassungen der bestehenden Düngungsgrundlagen haben direkte Auswirkungen auf die Nährstoffbilanz der Betriebe.
- b) Das Tätigkeitsfeld liefert die notwendigen Grundlagen für Beratungsunterlagen zu den unter a) beschriebenen Themen und unterstützt die AGFF und Agridea bei der Erstellung solcher Unterlagen.
- c) Aufgrund der grossen Flächenbedeutung und der aktuellen Ausrichtung der Agrarpolitik haben die politischen Entscheidungsträger ein bedeutendes Interesse an einer nachhaltigen Graslandbewirtschaftung. Die Bewertung von Nährstoffflüssen und der multifunktionalen Leistungen des Graslands 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 multifunktionalen Leistungen. Weiter trägt das Tätigkeitsfeld zur regelmässigen Revision der Grundlagen für die Düngung im Acker und Futterbau bei (Vollzugsaufgabe).
- d) Die ökologische Aufwertung auf dem Landwirtschaftsbetrieb sowie hochwertige Lebensmittel sind klare Bedürfnisse der Öffentlichkeit. Aus dem Tätigkeitsfeld zieht sie Nutzen zu beiden Aspekten, wie z.B. die Förderung der Produktion von betriebseigenem proteinreichen Futter für die Wiederkäuer, was zur Nahrungsmittelsicherheit beiträgt.
- e) Das Tätigkeitsfeld erweitert das Wissen zur Ökologie und zur Bewirtschaftung von Graslandökosystemen für die Forschergemeinschaft.
- f) Über ausserordentlich grosse Beiträge der Forschenden dieses Tätigkeitsfeldes 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.

3.4 Impact

Grundsätzlich kann festgehalten werden, dass in diesem Tätigkeitsfeld über zwei Linien ein sehr grosser Impact (Wirkung) erzielt wird:

- A.) ein sehr breiter und vielfältiger Nutzen (ökologisch und ökonomisch) wird generiert und
- B.) dieser Nutzen wird auf einer ausserordentlich grossen Fläche wirksam.

1. Die Landwirte bewirtschaften Graslandflächen in der Schweiz gezielter und erhöhen damit die Multifunktionalität der Landwirtschaft.
2. Bewirtschafter wenden im Tätigkeitsfeld erarbeitete Strategien an, um die Futterproduktion veränderten Rahmenbedingungen anzupassen.
3. Die Landwirtschaftsbetriebe setzen auf betriebseigenes hochwertiges Futter. Sie senken damit ihre Produktionskosten und sind unabhängiger in ihrer Proteinversorgung. Zahlreiche können gerade dadurch biologisch produzieren.
4. Stabile Graslandbestände benötigen keine Herbizide was dazu führt, dass Nützlinge, Böden und Gewässer geschont werden. Sie können biologisch bewirtschaftet werden.

5. Die graslandbasierte Landwirtschaft nutzt die im Boden und in Hofdüngern verfügbaren Nährstoffe effizient. Sie spart damit für die Produktion von Mineraldüngern notwendige Energie und minimiert damit das Risiko für Umweltbelastungen.
6. Landwirte in Trockentälern setzen knappes Wasser effizient ein, indem geeignete Produktionsflächen gezielt bewässert werden.
7. Die Bewirtschafter erhalten und erhöhen die Attraktivität der Landschaft durch die Aufwertung ökologischen Ausgleichsflächen und innovative Strategien zur Offenhaltung.
8. Die Landwirtschaft bewahrt der Biodiversität im ländlichen Raum.
9. Wir verstehen die Ökologie von Graslandökosystemen besser.



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.42.2.1

Züchtung von Gras- und Kleesorten

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Züchtung von Futtergräsern und Kleearten für einen nachhaltigen Kunstfutterbau, speziell auch für den Biolandbau
Titel Originalsprache kurz	Futterpflanzenzüchtung
Titel englisch	Breeding of Forage Grasses and Clover Species for Sustainable Forage Production, especially in Organic Farming
Title english short	Breeding forage crops
Titel französisch	Sélection des graminées et des trèfles pour une production fourragère durable, en particulier pour la production biologique
Titel französisch kurz	Sélection des plantes fourragères
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Boller, Beat
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Schubiger, Franz Xaver
Keywords	Breeding, forage, grass, clover, genetic resources, disease resistance, organic farming, forage quality
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	11.1 Neue Nutzpflanzensorten

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Landwirte brauchen leistungsfähige Klee- und Gräserarten, die für den Anbau in Mischungen geeignet sind. Wir wollen deshalb Futterpflanzenarten züchten, die resistent, gut verdaulich und während der vorgesehenen Nutzungsdauer leistungsfähig sind. Die Selektion und die Prüfung findet unter natürlichen Bedingungen statt. Damit ist gewährleistet, dass auch in Zukunft neue Sorten an die sich ändernden Umweltbedingungen angepasst sind (Klimawandel, Pathogene). In unserem Bio-Zuchtprogramm entwickeln wir auch Futterpflanzenarten, welche speziell für den Biolandbau geeignet sind.

Unsere Sorten erreichen Spitzenresultate in den Sortenprüfungen und werden in der Schweiz und auch im Ausland in die Sortenlisten aufgenommen. Sie ermöglichen stabile Klee-Gras Bestände und

der Landwirt kann effizient und kostengünstig Wiesenfutter mit hohem Leistungspotential für die tierische Produktion produzieren. Dies erhöht den Wiesenfutteranteil in der Wiederkäuerfütterung. Ein hoher Anteil an Raufutter im Futter der Wiederkäuer ist artgerecht und ermöglicht einen geschlossenen innerbetrieblichen Nährstoffkreislauf.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Futtergräser und Kleearten sind die tragenden Komponenten der futterbaulich genutzten Wiesen- und Weidebestände. Ein ressourceneffizienter Kunstfutterbau benötigt Gräser- und Kleesorten, die für die gewünschte Nutzung angepasst sind, über die vorgesehene Nutzungsdauer hinweg anhaltend leistungsfähig bleiben und gegen wichtige Krankheitserreger resistent sind. Sie sollen gesundes, gut verdauliches Futter liefern, um über hohe Wiesenfutteranteile in den Wiederkäuerrationen geschlossene innerbetriebliche Nährstoffkreisläufe zu ermöglichen.

Sorten aus landeseigener Züchtung sind am besten geeignet, diese Ziele zu erreichen. Einheimische Ökotypen als Ausgangsmaterial und eine gezielte Selektion unter Umwelt- und Anbaubedingungen, die der späteren Praxisnutzung möglichst nahekommen, führen zu Sorten, die biotischem und abiotischem Stress gewachsen sind und sich gegenüber Unkrautkonkurrenz durchsetzen können. Mit über 70 Sorten ist das seit den 1950er Jahren geführte Futterpflanzzüchtungsprogramm von ART auf der Liste der für den Schweizer Futterbau empfohlenen Sorten von allen Züchtungsinstitutionen weitaus am stärksten vertreten.

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 Rotkleees ist unabdingbar für den Erfolg einer Futterpflanzsorte. Resistenzzüchtung ist deshalb für das Zuchtprogramm von ART zentral.

Molekulare Marker können wertvolle Informationen liefern, um optimal angepasste Sorten effizient zu züchten. Diese Technologie wird auch im biologischen Landbau akzeptiert. 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 vermehrt nutzen.

2.2 Ziele

1. Neu gezüchtete Klee- und Gräserarten für einen wettbewerbsfähigen und ökologischen Futterbau zur Senkung der Kraftfutterkosten, für eine artgerechte Wiederkäuerfütterung und die Sicherung geschlossener Nährstoffkreisläufe stehen zur Verfügung. Unsere Sorten liefern einen hohen Ertrag an schmackhaftem und hoch verdaulichem Futter mit einem tiefen Gehalt an unerwünschten sekundären Inhaltsstoffen. Damit leisten wir einen Beitrag zur Ermöglichung eines hohen Raufutteranteils in der Wiederkäuerfütterung.
2. Innovative Sorten, welche neue Entwicklungen im Kunstfutterbau ermöglichen, stehen zur Verfügung.
3. Den biologisch produzierenden Landwirten stehen Futterpflanzensorten zur Verfügung, welche speziell für den Biolandbau geeignet sind.

4. Die Krankheitsresistenz ist unter dem Einfluss sich veränderter Umweltbedingungen gesichert und verbessert. Krankheitserreger können durch Bildung neuer Rassen die Resistenz früher oder später durchbrechen und stellen dadurch den Erfolg der Züchtung immer wieder in Frage. Auch eine Veränderung des Klimas oder eines Anbausystems kann langfristig zum Auftreten von für die Schweiz neuen Krankheitserregern führen. Dies wird erkannt und resistentes Pflanzenmaterial steht für die Züchtung bereit.
5. Das Potential einheimischer genetischer Ressourcen von Futterpflanzen wird in der Züchtung genutzt. Dazu werden Kriterien erarbeitet im Hinblick auf eine gezielte *Ex situ*- (als Saatgut in Genbanken) und *In situ*-Erhaltung (als lebensfähige Population am natürlichen Standort). Es wird die genetische Diversität innerhalb und zwischen den Populationen anhand morphologischer, agronomischer und molekulargenetischer Merkmale erfasst. Ebenso wird die Variabilität von Standort- und Bewirtschaftungsfaktoren auf Flächen untersucht, die für eine wirkungsvolle *In situ*-Erhaltung wichtiger Futterpflanzenarten in Frage kommen. Genetischen Ressourcen von Futterpflanzen werden in der Züchtung genutzt, um neue Sorten zu entwickeln. Insbesondere sind sie Quellen für Resistenzgene gegen bereits jetzt vorkommende oder neue Krankheitserreger. Ausserdem können sie dazu beitragen, unser Zuchtmaterial den sich verändernden klimatischen Bedingungen anzupassen.

2.3 Literaturangaben

- Azuhnwi B. N., Boller B., Martens M., Dohme-Meier F., Ampuero S., Gunter S., Kreuzer M., and Hess H.D.. 2011. Morphology, tannin concentration and forage value of 15 Swiss accessions of sainfoin (*Onobrychis viciifolia* Scop.) as influenced by harvest time and cultivation site. *Grass and Forage Science* 66 (4):474-487.
- Boller B., Tanner P. und Adam L., 2012. Sortenblätter. Hrsg. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Zürich. Zugang <http://www.futterpflanzen.ch>
- Boller B, Schierscher-Viret B., and Koehler C.. 2012. Development of an in situ database inventory - on the way to a Swiss solution for forages. In *Agrobiodiversity conservation: securing the diversity of crop wild relatives and landraces*, edited by Maxted N., Dulloo M.E., Ford-Lloyd B.V., Frese L., Iriondo J., and Pinheiro de Carvalho M.A.A.. Wallingford, UK and Cambridge, Massachusetts, USA: CABI.
- Boller B., Schubiger F.X. and Kölliker R., 2010. Red Clover. In *Fodder Crops and Amenity Grasses, Handbook of Plant Breeding*, Vol. 5, edited by Boller B., Posselt U.K. and Veronesi F. New York: Springer Science+Business Media.
- Boller B, Tanner P. und Schubiger F.X., 2012. Pastor, ein neuer, für die Weide geeigneter Rotklee. *Agrarforschung Schweiz* 3 (1):20-26.
- Boller B. and Vetelainen M., 2010. A State of the Art of Germplasm Collections for Forage and Turf Species. In *Sustainable Use of Genetic Diversity in Forage and Turf Breeding*, edited by C. Huyghe.
- Isobe S., Boller B., Klimenko I., Kölliker R., Rana J.C., Sharma T.R., Shirasawa K., Hirakawa H., Sato S. and Tabata S., 2011. Genome wide SNP Marker Development and QTL Identification for Genomic Selection in Red Clover. In Barth S. and Milbourne D. (eds.) *Breeding strategies for sustainable forage and turf grass Improvement*. Proc. of the 29th Meeting of the EUCARPIA Fodder Crops and Amenity Grasses Section, Dublin, Ireland, 4. -8. September 2011.
- Jacob I., Hartmann S., Schubiger F.X. and Struck C., 2010. Genetic diversity of red clover varieties listed in Germany concerning the resistance to *Colletotrichum trifolii*. In Schnyder H. et al. (eds.) *Grassland in a changing world*. Proceedings of the 23rd General Meeting of the European Grassland Federation (EGF) Kiel, Germany, August 29th - September 2nd 2010, *Grassland Science in Europe*, Vol. 15., 344-346.
- Schubiger F.X. et al., 2011. The Eucarpia multi-site rust evaluation – results 2010. In Barth S and Milbourne D (eds.) *Breeding strategies for sustainable forage and turf grass Improvement*. Proc. of the 29th Meeting of the EUCARPIA Fodder Crops and Amenity Grasses Section, Dublin, Ireland, 4. -8. September 2011.
- Wichmann F., Widmer F., Vorhölter F.J., Boller B. and Kölliker R., 2011. Breeding for Resistance to Bacterial Wilt in Ryegrass: Insights into the Genetic Control of Plant resistance and Pathogen Viru-

lence. In Barth S and Milbourne D (eds.) Breeding strategies for sustainable forage and turf grass Improvement. Proc. of the 29th Meeting of the EUCARPIA Fodder Crops and Amenity Grasses Section, Dublin, Ireland, 4. -8. September 2011.

2.4 Daten und Methoden

Aufbau von Zuchtmaterial durch Sammlung von Ökotypen: Beschreibung und Individualselektion im Feld

Einzelpflanzenzuchtgärten, Gewächshaus- und Kreuzungsarbeiten: Bereitstellung von neuem, resistentem Pflanzenmaterial, rekurrente Selektion, zum Teil Sortensynthese (1. Stufe)

Klonbeobachtung und Polycross: Sortensynthese 1. Stufe, Selektion der besten Genotypen und Kombination zu synthetischen Sorten

Reihensaaten (Nachkommenschaftsprüfung und Sortensynthese 2. Stufe): Auswahl des Materials für die Schaffung von Zuchtstämmen (25% Bio und 75% konventionell), Ernte des Zuchtgartensaatgutes (M0) auf wiederholten Reihen pro selektierter Nachkommenschaft

Parzellenversuche (Leistungsprüfung von Sortenkandidaten): Versuchsanlage mit 3 Wiederholungen an 2 bis 3 Standorten, wovon nach Möglichkeit ein Bio-Standort

Vermehrung und Sortenerhaltung: Vermehrungen und Lagerhaltung von Saatgutreserven, in Absprache mit DSP

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

Neue Sorten: Sortenbeschreibungen im Internet (www.futterpflanzen.ch) und praxisorientierte Publikationen in Agrarforschung sowie in landwirtschaftlicher Fachpresse, allgemeine Presse, Feldtagungen
Wissenschaftliche Forschung: Vorstellung der Ergebnisse an nationalen und internationalen Tagungen, Publikation in internationalen Zeitschriften (reviewed Journals), internationale Tagungsbeiträge
Lehrveranstaltungen und Schulungen

3.2 Kunden

Landwirte / Praxis, Delley Samen und Pflanzen AG (DSP), Vermehrungsorganisationen, BLW, wissenschaftliche Gemeinschaft, Züchter (international), Medien

3.3 Nutzen

- Landwirte (Praxis) erhalten Klee- und Grassorten, die für die schweizerischen Anbaubedingungen bestens geeignet sind. Wir stellen sicher, dass solche Sorten auch in Zukunft zur Verfügung stehen. Insbesondere profitiert auch der Bio-Landwirt von unserer Arbeit, da wir einen Teil unserer Züchtungen speziell unter Bio-Bedingungen auslesen und prüfen.
- Delley Samen und Pflanzen AG (DSP): Vertretung und Vermarktung unserer Sorten
- Vermehrungsorganisationen: Vermehrung von Saatgut der Schweizer Futterpflanzensorten
- BLW: Erhaltung und Nutzung der genetischen Vielfalt wichtiger Futterpflanzen
- Wissenschaftliche Gemeinschaft, Züchter (international): Austausch von Wissen, Zuchtmaterial und Inokulum von Pathogenen
- Medien: werden über neue Entwicklungen im Futterbau informiert

3.4 Impact

Unsere Sorten ermöglichen stabile Klee-Gras Bestände und der Landwirt kann kostengünstig Wiesenfutter produzieren. Dadurch steigt der Anteil des Wiesenfutters in der Wiederkäuerfütterung. Dies ist auch aus Sicht der artgerechten Tierhaltung erwünscht.

Ein nachhaltiger Futterbau und eine auf Wiesenfutter basierende Wiederkäuerfütterung ermöglicht geschlossene Nährstoffkreisläufe innerhalb eines Betriebes.



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.42.3.1

Bodenbiodiversität und Bodenökosystemdienstleistungen in Schweizer Anbausystemen

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Bodenbiodiversität und Bodenökosystemdienstleistungen in Schweizer Anbausystemen
Titel Originalsprache kurz	Bodenbiodiversität und Bodenökosystemdienstleistungen
Titel französisch	Biodiversité et services écosystémiques du sol dans les systèmes culturels en Suisse
Titel französisch kurz	Biodiversité et services écosystémiques du sol
Titel englisch	Soil biodiversity and soil ecosystem services in Swiss farming systems
Title english short	Soil biodiversity and soil ecosystem services
LeiterIn Tätigkeitsfeld	van der Heijden, Marcel
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Wittwer, Raphael
Keywords	Soil biodiversity, ecosystem services, plant-soil interactions, mycorrhiza, sustainability, resilience
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	12.1 schonende Nutzung natürlicher Ressourcen

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Der Boden bildet eine wichtige Grundlage der landwirtschaftlichen Produktion. Für eine schonende Nutzung der natürlichen Ressourcen und für die Verbesserung von Produktionsmethoden spielen Bodenlebewesen eine Schlüsselrolle. Das Wissen darüber, wie Bodenlebewesen die wichtigsten Bodenökosystemfunktionen wie zum Beispiel Nährstoffaufnahme, Nährstoffverluste und Kohlenstoffspeicherung beeinflussen, ist noch lückenhaft. Es besteht Unklarheit bezüglich der Frage, wie man das Bodenleben optimal nutzen kann, um Agrarökosysteme nachhaltiger zu gestalten. Wir konzentrieren uns

auf arbuskuläre Mykorrhizapilze, Stickstoff-fixierende Bakterien und andere pflanzenwachstumsfördernde Bodenmikroorganismen. In zukünftigen Zeiten der Nährstoffknappheit wird die Bedeutung dieser Mikroorganismen stark steigen, da sie Pflanzen helfen, Nährstoffe effizient aus dem Boden aufzunehmen. In diesem Tätigkeitsfeld werden deshalb die folgenden Hauptthemen untersucht:

- I. Wie werden nützliche Bodenlebewesen und Bodenökosystemdienstleistungen durch unterschiedliche Anbausysteme und Techniken (biologischer versus nicht-biologischer Anbau, Pflug versus konservierende Bodenbearbeitung, Nutzung von Gründüngern) beeinflusst?
- II. Welchen Einfluss hat eine grosse Vielfalt an Bodenlebewesen (Bodenbiodiversität) auf wichtige Bodenökosystemdienstleistungen wie Ertrag, Nährstoffaufnahme, Nährstoffverluste sowie Resistenz gegen abiotischen und biotischen Stress?
- III. Kann man die Nachhaltigkeit von Agrarökosystemen mittels gezielter Stärkung der Bodenökosysteme (z.B. Impfung mit Mykorrhizapilze) und Verbesserung von Bodenökosystemfunktionen fördern?

Unsere Forschungsergebnisse zeigen Landwirten, Beratern und Entscheidungsträgern in der Politik, wie man Bodenbiodiversität fördern kann und welchen Nutzen eine grössere Bodenbiodiversität mit sich bringt. Mykorrhizapilze zum Beispiel können Pflanzen bei der Aufnahme von Nährstoffen helfen und auf diese Weise zu einer schonenderen Nutzung natürlicher Ressourcen beitragen. In unserem Langzeitversuch, in welchem wir die wichtigsten schweizerischen Anbausysteme (BIO, ÖLN, Direktsaat, konservierende Bodenbearbeitung) vergleichen, zeigen wir verschiedenen Kundengruppen (Landwirte, Berater, Gesellschaft, Entscheidungsträger in der Politik), wie sich bestimmte Anbauverfahren auf Bodenbiodiversität, Bodenfruchtbarkeit, Gehalt von Bodenkohlenstoff, Nährstoffeffizienz, Ökobilanzen, Erträge und Einkommen von Bauern auswirken. Die Wissenschaft profitiert von diesem Tätigkeitsfeld, weil unsere Forschungsarbeit zum besseren Verständnis der Bodenbiodiversität und der Rolle von Bodenlebewesen für lebenswichtige Ökosystemdienstleistungen beiträgt.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Der Boden mit seiner grossen Vielfalt und Masse an Lebewesen bildet eine wichtige Grundlage für die landwirtschaftliche Produktion. Das Wissen darüber, wie Bodenlebewesen die wichtigsten Bodenökosystemfunktionen wie zum Beispiel Nährstoffaufnahme, Nährstoffverluste und Kohlenstoffspeicherung beeinflussen, ist jedoch noch lückenhaft. Die Forschungsarbeit in diesem Tätigkeitsfeld soll zum besseren Verständnis des Einflusses der Bodenorganismen auf die Bodenökosysteme beitragen. Dabei suchen wir insbesondere nach Möglichkeiten, Produktionssysteme bezüglich Nachhaltigkeit und Ressourceneffizienz durch gezielte Massnahmen, welche sich günstig auf die Bodenbiodiversität und die Populationsdynamik von besonders nützlichen Bodenlebewesen auswirken, zu verbessern. Angestrebt werden Produktionssysteme, welche das Bodenökosystem stärken und die natürlichen Ressourcen schonend und effizient nutzen.

Dabei untersuchen wir die folgenden Hauptthemen:

- I. Kann man die Nachhaltigkeit von Agrarökosystemen mittels gezielter Stärkung der Bodenökosysteme und Verbesserung von Bodenökosystemfunktionen fördern?
- II. Wie werden nützliche Bodenlebewesen und Bodenökosystemdienstleistungen durch unterschiedliche Anbausysteme und Techniken (biologischer versus nicht-biologischer Anbau, Pflug versus konservierende Bodenbearbeitung, Nutzung von Gründünger) beeinflusst?
- III. Die Bodenbiodiversität variiert teilweise sehr stark innerhalb und zwischen verschiedenen Anbausystemen. Wir werden untersuchen, wie sich die Bodenbiodiversität auf Erträge und weitere Bodenökosystemdienstleistungen auswirkt.

IV. Mehrere wichtige Ackerkulturen bilden eine Symbiose mit Mikroorganismen – den sogenannten Pflanzensymbionten, zu welchen arbuskuläre Mykorrhizapilze, Stickstoff-fixierende Bakterien und andere pflanzenwachstumsfördernde Bodenmikroorganismen gehören. Die Rolle von Pflanzensymbionten für die Nährstoffaufnahme, für die P- und N-Zyklen im Boden und für die Pflanzenerträge ist, mit Ausnahme von Stickstofffixierende Bakterien, noch weitgehend ungeklärt. Die Bedeutung der Mikroorganismen für die landwirtschaftliche Produktion wird in Zukunft jedoch grösser, weil diese Organismen Pflanzen helfen, Nährstoffe effizient aus dem Boden aufzunehmen. Mit einem gezielten Einsatz von Mikroorganismen in der Landwirtschaft könnte die für die Zukunft prognostizierte Nährstoffknappheit teilweise gemildert werden.

Diese Hauptthemen werden in mehreren Projekten (teilweise Drittmittel-Projekte) untersucht.

2.2 Ziele

1. Bodenlebewesen werden genutzt, um die Nachhaltigkeit, die Nährstoffeffizienz und die Erträge in Produktionssystemen (BIO, ÖLN) zu verbessern.
2. Anbausysteme, welche sich positiv auf nützliche Bodenlebewesen wie Mykorrhizapilze und Pflanzenwachstumsfördernde Bakterien auswirken, damit Nährstoffe von Pflanzen aus dem Boden effizient aufgenommen und genutzt werden, sind entwickelt.
3. Die wichtigsten Schweizer Ackerbausysteme sind in einem Langzeitversuch erforscht. Die beiden Bewirtschaftungsformen, BIO und ÖLN, je mit den Bodenbearbeitungsverfahren Pflug oder konservierender Anbau (Direktsaat und reduzierte Bodenbearbeitung) sind in einem vergleichenden Ansatz untersucht. Bauer, Berater und Politiker sind über den Einfluss unterschiedlicher Bewirtschaftungsmassnahmen auf die Nachhaltigkeit, Erträge, Ressourceneffizienz, Wirkung auf die Biodiversität sowie das Einkommen informiert. Ausserdem ist untersucht, wie sich unterschiedliche Anbausysteme auf die Vielfalt von Organismen in der Rhizosphäre sowie im Boden auswirken.
4. Das Wissen über die Bedeutung von Bodenbiodiversität für wichtige Ökosystemdienstleistungen wie Erträge, Bodenfruchtbarkeit, Nährstoffaufnahme, Nährstoffverluste und Nährstoffeffizienz ist erweitert.
5. Mit der Schweizerischen Sammlung von arbuskulären Mykorrhizapilzen werden Kunden Pilzstämmen zur Verfügung gestellt, welche als Pflanzenstärkungsmittel oder als Bodenbeleber eingesetzt werden können. Ausserdem wird gezeigt, unter welchen Bedingungen Mykorrhizapilze eingesetzt werden können, um Erträge zu steigern oder Boden zu stärken.

2.3 Literaturangaben

Alcamo, J., et al., 2003. *Millennium Ecosystem Assessment – Ecosystems and Human Well-Being: A Framework for Assessment*. Island Press, Washington. 245 pp.

Bulgarelli*, D., Rott*, M., **Schlaeppi***, K., Ver Loren van Themaat*, E., Ahmadinejad, N., Assenza, F., Rauf, P., Huettel, B., Reinhardt, R., Schmelzer, E., Peplies, J., Gloeckner, F. O., Amann, R., Eickhorst, T., Schulze-Lefert, T., (2012). "Revealing structure and assembly cues for Arabidopsis root-inhabiting bacterial microbiota." *Nature* 488: 91-95. (*these authors contributed equally to this work).

Bender, F., Conen, F., Neftel, A., Oberholzer, H.R., **Olbrecht, L.**, Jocher, M., Rollog, M., van **der Heijden, M.G.A.** (2013) Der Einfluss symbiotischer Bodenpilze auf den Stickstoffzyklus. in: Neuhoﬀ, C. et al. (2013) Ideal und Wirklichkeit: Perspektiven ökologischer Landbewirtschaftung. *Organic Eprints*.

Jossi, W., Zihlmann, U., Anken, T., Dorn, B., **van der Heijden, M.G.A.**, Tschachtli R.(2011) Reduzierte Bodenbearbeitung schont die Regenwürmer. *Agrarforschung Schweiz* 2, 432-439.

Oehl F., Sieverding E, Ineichen K, Mäder P, Boller T & Wiemken A (2003) Impact of land use intensity on the species diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in agroecosystems of Central Europe. *Applied Environmental Microbiology* 69: 2816-2824.

- Oehl, F.**, Jansa, J., Ineichen, K., Mäder, P., **van der Heijden, M.G.A.** (2011) Arbuskuläre Mykorrhizapilze als Bioindikatoren in Schweizer Landwirtschaftsböden. *Agrarforschung Schweiz* 2, 304-311.
- van der Heijden M.G.A.**, Klironomos J.N., Ursic M., Moutoglou P., Streitwolf-Engel R., Boller T., Wiemken A. & Sanders I.R. (1998) Mycorrhizal fungal diversity determines plant biodiversity, ecosystem variability and productivity. *Nature*, 396, 72-75.
- van der Heijden M.G.A.**, Bardgett R.D. & van Straalen N.M (2008) The unseen majority: soil microbes as drivers of plant diversity and productivity in terrestrial ecosystems. *Ecology Letters*, 11, 296-310.
- van der Heijden, M.G.A.** (2010). Mycorrhizal fungi reduce nutrient loss from model grassland ecosystems. *Ecology* 91: 1163-1171.
- van der Heijden, M.G.A.** , **Wagg, C.**, **Lukasiewicz K.**, **Olbrecht L.** (2013) Bedeutung von Mykorrhizapilzen für Rotklee-Gras Mischungen. in: Neuhoff, C. et al. (2013) Ideal und Wirklichkeit: Perspektiven ökologischer Landwirtschaft. *Organic E-prints*.
- Veiga R.**, Jansa, J.J., Frossard, E., **van der Heijden, M.G.A.** (2011). Can arbuscular mycorrhizal fungi suppress agricultural weeds. *PLOS One* 6: e27825
- Verbruggen, E., Rötling, W.F.M., Gamper, H., Kowalchuk, G.A., Verhoef, H.A., **van der Heijden, M.G.A.** (2010). Positive effects of organic farming on belowground mutualists – large scale comparison of mycorrhizal communities in agricultural soils. *New Phytologist* 186: 968-979
- Wagg, C.**, Jansa, J., Stadler, M., Schmid, B., **van der Heijden, M.G.A.** (2011). Below ground fungal diversity drives above ground productivity. *Ecology Letters* 14: 1001-1009.
- Wagg** et al. (2013) Below ground biodiversity supports ecosystem multifunctionality (ready to submit)
- Wittwer, R.**, Dorn, B., **Jossi, W.**, Lips, M., Mouron, P., **van der Heijden, M.G.A.** (2013) Wirtschaftlichkeit von pfluglosen Anbausystemen. in: Neuhoff, C. et al. (2013) Ideal und Wirklichkeit: Perspektiven ökologischer Landwirtschaft. *Organic E-prints*.

2.4 Daten und Methoden

Die Arbeit in diesem Tätigkeitsfeld ist in drei Hauptthemen gegliedert (siehe auch 2.6). Die wichtigsten Methoden für jedes Hauptthema werden nachstehend beschrieben:

1. Pflanzen-Boden-Interaktionen in nachhaltigen Anbausystemen (verantwortlich: Raphael Wittwer)

Der Einfluss von verschiedenen Anbausystemen und Anbautechniken auf die Nachhaltigkeit, Erträge, Ressourceneffizienz und deren Wirkung auf die (Boden-)Biodiversität werden mittels mehrjähriger Feldversuchen untersucht. In einem Anbausystemversuch in Rümlang werden seit 2009 die Anbausysteme ÖLN und BIO mit verschiedenen Anbaumassnahmen, wie die Bodenbearbeitung und die Einführung von Zwischenfrüchten in die Fruchtfolge verglichen. Die erste Fruchtfolge wird 2014 abgeschlossen und die Daten werden bis 2015 verfügbar sein. In einer zweiten Fruchtfolge wird dann vermehrt untersucht, wie sich diese Systeme auf die Bodenbiodiversität und verschiedene Ökosystemdienstleistungen, wie zum Beispiel das Bereitstellen von Nährstoffen und das Speichern von Wasser auswirken.

Zusätzlich wurde ein zweites Feldexperiment im Rahmen eines EU-Projekts, genannt OSCAR (<http://web3.wzw.tum.de/oscar/>), angelegt. OSCAR ist ein landwirtschaftliches Forschungsprojekt, das von der Europäischen Kommission im Rahmen des Siebten Rahmenprogramms gefördert wird. Im Projekt arbeiten 20 Forschungspartner aus neun europäischen Ländern, Marokko, Brasilien sowie vom internationalen Forschungszentrum ICARDA. Das Projekt läuft von April 2012 bis März 2016. OSCAR zielt darauf ab, Produktionssysteme mit verbessertem Schutz des Bodens zu entwickeln und konzentriert sich dabei auf Gründünger und Lebendmulche. Unsere Gruppe wird sich insbesondere mit dem Einfluss dieser Gründünger und Lebendmulche auf nützliche Bodenorganismen (AM-Pilze) und deren Funktion in der Ökosystem (Nährstoffaufnahme und Transfer zu den Ackerfrüchten) sowie auf die Epidemiologie von Schadorganismen wie Fusarium-Pilze, die verschiedene, für Mensch und Tier schädliche Mycotoxine produzieren.

2. Rhizosphäre-Diversität, Bodenbiodiversität und Ökosystemdienstleistungen (verantwortlich: Klaus Schläppi)

In diesem Projekt wird der Einfluss von Bodenlebewesen und von pflanzenassoziierten Mikroben auf wichtige Ökosystemdienstleistungen wie Ertrag und Nährstoffaufnahme untersucht. Dabei impfen wir in Feldversuchen Böden mit Mykorrhizapilzen an (eventuell auch andere wachstumsfördernde Mikroorganismen), um zu testen, ob man damit die Erträge von ausgewählten Ackerkulturen und Klee-graswiesen erhöhen kann. Um zu bestimmen, welche taxonomische Gruppen von Mikroorganismen welche Ökosystemdienstleistungen erbringen, werden verschiedene Zusammensetzungen von synthetischen Gemeinschaften (unterschiedliche Taxonomie, Abundanzen) und deren Effekte auf Ökosystemdienstleistungen in Ecotubes untersucht. Ecotubes sind geschlossene Systeme, in welchen die Mikrobiota der sterilisierten Erde zugegeben wird mit dem Ziel, Ökosystemdienstleistungen wie Ertrag, Dekomposition, Nährstoffmobilisierung sowie die Nährstoffauswaschung, Klimagasemissionen, Kohlenstoff- und Stickstoffbudgets bei definierter Vegetation (z.B. Gras-Klee Gemeinschaft) zu erfassen. In unseren Experimenten benutzen wir molekulare Methoden, um Mikroorganismen im Boden basierend auf deren DNA Sequenz zu bestimmen und zu untersuchen, ob die geimpften Bodenlebewesen im Boden überleben können, also persistent sind. Wir testen auch, wie unterschiedliche Anbauverfahren und Pflanzen die mikrobielle Diversität in der Rhizosphäre beeinflussen.

3. Schweizerische Sammlung für arbuskuläre Mykorrhizapilze (verantwortlich Marcel van der Heijden, Fritz Oehl)

Die Verfügbarkeit von effizienten arbuskulären Mykorrhizapilz-Stämmen ist für die Zukunft äusserst wichtig, da sie sehr effizient Phosphate aus dem Boden aufnehmen und an die Pflanzen weiter leiten können. Aus diesem Grund haben wir eine schweizerische Sammlung für arbuskuläre Mykorrhizapilze etabliert. Am Standort Reckenholz werden seit 2008 Pilzisolat dieser Pilzabteilung in artspezifischen Lebendkulturen an verschiedenen Wirtspflanzen im Gewächshaus vermehrt. Zum einen handelt es sich um Donationen von anderen Forschungsinstitutionen aus der Schweiz (zum Beispiel ETH Zürich, Universität Basel), zum anderen werden gezielt Pilze aus landwirtschaftlichen Böden isoliert, in den Gewächshäusern von Agroscope vermehrt und der Sammlung hinzugefügt. Die Sammlung umfasst im Moment ca. 200 Isolate. Um sie für die Forschung einsetzen zu können, werden in den nächsten Jahren ausgewählte Pilzisolat entsprechend der Mengenbedürfnisse der Versuche in grösserem Stil (Container etc.) vermehrt und den Forschenden zur Verfügung gestellt. Zur Aufbewahrung über mehrere Jahre werden die produzierten Inokula bei etwa 12°C in einem speziell eingerichteten Raum (ca. 20 m²) aufbewahrt.

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

- Medienmitteilungen: circa 1 pro Jahr
- Wissenschaftl. Publikationen (Peer reviewed Journals): mind. 5 pro Jahr
- Praxisorientierte Publikationen und Berichte (z.B. Agrarforschung, Schweizer Bauer): mind. 3 pro Jahr
- Vorträge/Poster: mind. 10 pro Jahr
- Lektionen (Unterricht): mind. 30 Unterrichtsstunden pro Jahr

3.2 Kunden

- Produzenten/landwirtschaftliche Praxis
- Forschung, Beratung, Fachorganisationen (Swiss no-till)
- Entscheidungsträger in der Politik (BLW, Fachstellen, Bund und Kantone)
- Landwirtschaftliche und universitäre Ausbildung (ZHAW-Biologische Landwirtschaft und Hortikultur, Universität Zürich – Biologie, Universität Utrecht - Biologie), Schulung
- Industriepartner (Nützlingsproduzenten)
- Öffentlichkeit/Gesellschaft/Presse

3.3 Nutzen

- 1) Unsere Experimente zeigen Landwirten, Beratern und Entscheidungsträgern in der Politik den Nutzen der Bodenbiodiversität auf, zum Beispiel, dass Mykorrhizapilze Pflanzen bei der Aufnahme von Nährstoffen unterstützen und deshalb zu einer effizienteren Nutzung natürlicher Ressourcen beitragen. Zudem zeigen wir ihnen, wie die Bodenbiodiversität gefördert werden kann.
- 2) In unserem Langzeitversuch vergleichen wir die wichtigsten schweizerischen Anbausysteme (BIO, ÖLN, Direktsaat, konservierende Bodenbearbeitung) in ökologischen, ökonomischen und agronomischen Merkmalen. Dieser Versuch zeigt verschiedenen Kundengruppen (Landwirte, Berater, Gesellschaft, Entscheidungsträger in der Politik) die Vor- und Nachteile der verschiedenen Anbausysteme. Dieser Versuch kann deshalb Entscheidungshilfen zur Auswahl von Anbauverfahren mit dem grösstem Potential dienen. Landwirte können zum Beispiel entscheiden, ob es für sie vorteilhaft wäre, auf Direktsaat oder konservierende Bodenbearbeitung umzustellen. Und Entscheidungsträger können einschätzen, wie sich die Förderung von bestimmten Anbauverfahren auf die Biodiversität, Nährstoffeffizienz und das Einkommen von Bauern auswirken könnte. Auch zeigen wir, ob konservierende Bodenbearbeitung unter Biobedingungen möglich ist und welche Auswirkungen unterschiedliche Anbausysteme auf die Nährstoffeffizienz und die Bodenbiodiversität haben.
- 3) Die Wissenschaft profitiert von diesem Tätigkeitsfeld durch ein besseres Verständnis über Bodenbiodiversität und die Rolle von Bodenlebewesen für wichtige Ökosystemdienstleistungen. Wir veröffentlichen regelmässig angewandte Artikel für die Beratung und Praxis. Ausserdem publizieren wir in ausgezeichneten peer-reviewed wissenschaftlichen Zeitschriften.
- 4) Unser Wissen wird in der landwirtschaftlichen und die universitären Ausbildung genutzt. Wir geben Unterricht an der ZHAW Wädenswil (wir sind verantwortlich für den Kurs „Bioackerbau“), an der Universität Utrecht (wir geben Vorlesungen im Kurs „Plant-Microbe Interactions“) und an der Universität Zürich (wir geben Vorlesungen im Kurs „Biodiversity Theory“ und im Kurs „Biodiversität“). Momentan schreiben 7 DoktorandInnen ihre Dissertation im Rahmen dieses Tätigkeitsfeldes.
- 5) Wir informieren die Öffentlichkeit/Gesellschaft über unsere Forschung.

3.4 Impact

- 1) Bauern setzen Anbausysteme ein, welche nützliche Bodenlebewesen schützen und gleichzeitig dafür sorgen, dass wichtige Bodenökosystemdienstleistungen genutzt werden (z.B. verbesserte Aufnahme von Nährstoffen, erhöhter Schutz vor Nährstoffverlusten durch Auswaschung oder Denitrifikation).
- 2) Forschende nutzen unsere Ergebnisse für die Gestaltung ihrer Experimente. Unsere Forschungsarbeiten werden viel zitiert und die Ergebnisse werden für Unterricht an Fachhochschulen und Universitäten gebraucht.

- 3) Anbaumethoden zur Förderung von Nützlingen im Boden werden angewandt. Dadurch wird die Nährstoffeffizienz verbessert und damit die Nachhaltigkeit erhöht.
- 4) Unserer Langzeitversuch zeigt den Bauern Vor- und Nachteile unterschiedlicher Anbausysteme. Dieses Wissen hilft den Bauern sich zu entscheiden, welche Anbausysteme am ökologischsten, ertragsichersten und/oder am wirtschaftlichsten sind.



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.42.4.1

Biologische Kontrolle von Schadorganismen im Acker- und Futterbau

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Einsatz von natürlichen Gegenspielern zur biologischen Kontrolle von Schadorganismen in Ackerbaukulturen und im Grasland
Titel Originalsprache kurz	Biologische Kontrolle von Schadorganismen im Acker- und Futterbau
Französisch lang	Utilisation d'antagonistes naturels pour la lutte biologique contre les organismes nuisibles et pathogènes dans les grandes cultures et les herbages
Französisch kurz	Lutte biologique dans les grandes cultures et les herbages
Title englisch	Application of natural antagonists for biological control of pests and pathogens in arable crops and grasslands
Title english short	Biocontrol of pests and pathogens in arable crops and grasslands
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Giselher Grabenweger
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Laure Weisskopf
Keywords	biological control, insect pests, phytopathogenic fungi, arable crops, grasslands, volatiles, plant-beneficial bacteria, <i>Beauveria</i> , <i>Metarhizium</i> , <i>Pseudomonas</i>
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	11.2 Pflanzenproduktionsmethoden, Pflanzenschutz

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Nachhaltigkeit ist eines der am meisten eingeforderten Attribute der zukünftigen landwirtschaftlichen Produktion. In vielen Teilbereichen der landwirtschaftlichen Produktion fehlt es jedoch an nachhaltigen Methoden. Ein Beispiel hierfür ist die biologische Kontrolle von Schädlingen und Krankheiten. Sie wird in der Öffentlichkeit als Musterbeispiel für einen nachhaltigen, nicht chemischen, Pflanzenschutz wahrgenommen. Trotz teilweise enormer Fortschritte (z.B. in Gewächshauskulturen) ist die biologische Regulierung von Schadorganismen in vielen landwirtschaftlichen Produktionssystemen nach wie vor nur ein Randthema. Dies gilt in besonderem Masse für den Ackerbau.

Letzter Speicherort:

[S:\2_Forschung & Entwicklung_Recherche et développement\1_Fachgruppe Forschung_Groupes de recherche\AP_2014-17\AP14-17_TFINH_IDUTF_Version2\FB_DR_42](#)

Das vorliegende Tätigkeitsfeld nimmt sich dieses Problems an und erarbeitet Lösungen für einen vermehrten Einsatz der natürlichen Regulierung von Schadorganismen im Schweizer Ackerbau und Grasland. Das Tätigkeitsfeld umfasst zwei Themen, die in zwei Projekten bearbeitet werden, (1) Biologische Kontrolle von Schadinsekten mit Hilfe von entomopathogenen Pilzen und Nematoden, (2) Biologische Kontrolle von Pflanzenkrankheiten mit Hilfe von antagonistischen Bakterien und biotechnischen Verfahren. Die Fallbeispiele, mit denen diese Themen bearbeitet werden, wurden anhand der Stakeholder-Anliegen ausgewählt und betreffen wichtige und aktuelle landwirtschaftliche Probleme, wie z.B. Krautfäule- und Drahtwurmbekämpfung im Kartoffelbau, die Rapsglanzkäferbekämpfung im Rapsbau oder die Bekämpfung von samen – und bodenbürtigen Pilzkrankheiten im Getreidebau.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Allgemeine Problemstellung:

Im Ackerbau und Grasland spielt die biologische Regulierung von Schadorganismen trotz jahrzehntelanger Forschung nur eine untergeordnete Rolle. Dabei wird dieser Mangel mit dem Streben nach ökologischer Intensivierung immer dringlicher. Nur mit gesunden und befallsfreien Pflanzen können gesicherte Erträge und Lebensmittel hoher Qualität erzielt werden. Der Bedarf an effizienten, umweltschonenden alternativen Kontrollmassnahmen anstatt chemischer Bekämpfungsmassnahmen wird in den kommenden Jahren aus diesem Grund ständig wachsen.

Die Forschungsgruppe „Ökologie von Schad- und Nutzorganismen“ greift im vorliegenden Tätigkeitsfeld diejenigen Problemstellungen im Ackerbau und Grasland auf, für welche von verschiedenen Interessensgruppen besonders grosser Handlungsbedarf gemeldet wurde. Dieses Tätigkeitsfeld ist in zwei Hauptprojekte aufgeteilt, wovon sich eines schwerpunktmässig mit entomologischen (a) und das zweite mit phytopathologischen Problemstellungen (b) beschäftigt.

2.1.1 Biologische Kontrolle von Schadinsekten mit Hilfe von entomopathogenen Pilzen und Nematoden

Die Regulierung bodenlebender Schadinsekten ist schwierig, weil ihre versteckte Lebensweise Monitoring, Befallsprognosen und Kontrollmassnahmen zum richtigen Zeitpunkt sehr schwierig macht. Zudem verlieren chemische Bodeninsektizide wegen Persistenz-, Resistenz- und Ökotox-Problemen zunehmend ihre Zulassung. Geeignete Methoden zur Regulierung dieser Schädlinge fehlen daher nicht nur dem Biolandbau, sondern sind auch für IP, extenso, ÖLN und die konventionelle Landwirtschaft von grosser Bedeutung. Am dringendsten sind alternative Kontrollmethoden derzeit gegen Engerlinge im Wiesland und Drahtwürmer im Kartoffelbau gefragt. Im Rapsanbau ist die Schädlingsregulierung seit dem Auftreten insektizid-resistenter Glanzkäferpopulationen sehr schwierig geworden. Das mittlerweile europaweite Resistenzproblem zeigt, wie wichtig die Entwicklung alternativer Schädlingskontrollmassnahmen ist. Entomopathogene Pilze eignen sich besonders gut für Regulierungsmassnahmen dieser Schädlinge. Sie haben eine spezifische Wirkung und lassen sich im Vergleich zu anderen Antagonistengruppen auch leicht und verhältnismässig günstig in industriellem Massstab produzieren.

2.1.2 Biologische Kontrolle von phytopathogenen Pilzen im ökologischen Anbau mit Hilfe von Bakterien und biotechnischen Verfahren

Im Bio-Landbau stützt sich der Pflanzenschutz primär auf krankheitsvorbeugende Massnahmen, jedoch können auch direkte Bekämpfungsmassnahmen zur Sicherung von Ertrag und Qualität nötig sein. Insbesondere die Produktion von gesundem, befallsfreiem Saatgut im biologischen Anbau ist eine grosse Herausforderung und Lösungen in Form von biokompatiblen Beizmitteln müssen erarbeitet werden. In diesem Projekt fokussieren wir uns auf zwei Hauptprobleme des Bio-Landbaus: die Kraut- und Knollenfäule im Kartoffelbau sowie diverse samen- und bodenbürtige Krankheiten (z.B. Brandpilze) im Getreidebau. Die Kraut- und Knollenfäule ist weltweit einer der bedeutendsten Krankheitserreger im Kartoffelbau. Für den Bio-Anbau sind Kupfer-basierende Fungizide bis jetzt die einzige wirksame Lösung. Jedoch wird wegen der Toxizität des Schwermetalls die Anwendung von Kupfer immer stärker eingeschränkt und ist in einigen europäischen Ländern (z.B. Holland) schon verboten. Weil viele wichtige Pilzerreger samenbürtig sind, ist die Verwendung von gesundem, reinem und zertifiziertem Getreidesaatgut eine Voraussetzung für die Reduktion von Ertrags- und Qualitätsverlusten; dies umso mehr, als es für bestimmte samenbürtige Pilze (z.B. Gerstenflugbrand) bis anhin keine biokompatible Regulierungsmassnahme gibt.

2.2 Ziele

Allgemeines Ziel dieses Tätigkeitsfelds ist die Erarbeitung von umweltverträglichen Lösungen zur Regulierung von Schadorganismen im Acker- und Futterbau, als wichtiger Beitrag zur ökologischen Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion. Besonderes Gewicht wird auf Schädlinge und Krankheitserreger im Grasland sowie im Kartoffel-, Raps- und Getreidebau gelegt.

2.2.1 Biologische Kontrolle von Schadinsekten mit Hilfe von entomopathogenen Pilzen und Nematoden

- 1) Erforschung der Wirksamkeit verschiedener Isolate von *Beauveria* sp. und *Metarhizium* sp. gegen Drahtwürmer, Rapsglanzkäfer und Engerlinge
- 2) Untersuchung von kombinierten Anwendungen von entomopathogenen Pilzen, Nematoden und verschiedenen Naturstoffen auf ihre Wechselwirkungen (antagonistische, additive und synergistische Effekte)
- 3) Optimierung von Formulierungstechnologien und Applikationsmethoden für den Einsatz entomopathogener Pilze im Ackerbau und im Grasland

2.2.2 Biologische Kontrolle von phytopathogenen Pilzen im ökologischen Anbau mit Hilfe von Bakterien und biotechnischen Verfahren

- 4) Erarbeiten eines besseren Verständnisses der Wechselwirkungen zwischen Nutzorganismen (Bakterien) und Schaderregern (Pilzen) (Finanzierung vor allem durch Drittmittel geplant)
- 5) Erarbeitung von biokompatiblen Lösungen zur Regulierung der Kraut- und Knollenfäule im Kartoffelbau und samen-/bodenbürtiger Pilze (z.B. Brandpilze) im Getreidebau
- 6) Optimierung von Entscheidungshilfen für die Praxis (z.B. Prognosesysteme, Nachweismethoden von samenbürtigen Erregern, Nachweismethoden von bodenbürtigen Erregern, Langzeit-Monitoring von samenbürtigen Krankheiten)
- 7) Erarbeitung bzw. Optimierung von Beizmethoden für die Produktion und Verwendung von Bio-Getreidesaatgut

2.3 Literaturangaben

- Ansari M.A., Shah F.A. and Butt T.A. 2010. The entomopathogenic nematode *Steinernema kraussei* and *Metarhizium anisopliae* work synergistically in controlling overwintering larvae of the black vine weevil, *Otiorhynchus sulcatus*, in strawberry growbags. *Biocontrol Science and Technology* 20, 99-105.
- Dorn B., Musa-Steenblock T., Krebs H., Fried P.M. and Forrer H.-R. 2009. Vom Labor ins Feld. Kupferalternativen für den biologischen Kartoffelanbau. *Agrarforschung* 16 (11-12), 478-483.
- Ericsson J.D., Kabaluk, J.T., Goettel, M.S. and Myers, J.H. 2007. Spinosad interacts synergistically with the insect pathogen *Metarhizium anisopliae* against the exotic wireworms *Agriotes lineatus* and *Agriotes obscurus* (Coleoptera: Elateridae). *Journal of Economic Entomology* 100(1): 31-38.
- Groenhagen U., Baumgartner R., Bailly A., Gardiner A., Eberl L. and Weisskopf L. 2013. Production of bioactive volatiles by different *Burkholderia ambifaria* strains. *Journal of Chemical Ecology*, doi:10.1007/s10886-013-0315-y
- Hiltpold I., Hibbard B.E., French B.W. and Turlings T.C.J. 2013. Capsules containing entomopathogenic nematodes as a Trojan horse approach to control the western corn rootworm. *Plant and Soil* 358, 11–25.
- Kamilova F., Lamers G. and Lugtenberg B. 2008. Biocontrol strain *Pseudomonas fluorescens* WCS365 inhibits germination of *Fusarium oxysporum* spores in tomato root exudate as well as subsequent formation of new spores. *Environmental Microbiology* 10, 2455-2461.
- Keller S. and Schweizer C. 2008. Engerlingsbekämpfung mit entomopathogenen Pilzen. *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie* 16, 361-364.
- Kölliker U., Biasio L. and Jossi W. 2011. Potential control of Swiss wireworms with entomopathogenic fungi. *IOBC/WPRS Bulletin* 66, 517-520.
- Krebs H., Musa-Steenblock T., Vogelgsang S. and Forrer H.-R. 2013. Kupferfreie Bekämpfung der Kraut- und Knollenfäule im Bio-Kartoffelbau? *Agrarforschung Schweiz* 4 (5), 238-243.
- Kuske S., Schweizer C. and Kölliker U. 2011. Mikrobielle Rapsglanzkäferbekämpfung: Erste Erfahrungen aus der Schweiz. *Agrarforschung* 2 (10), 454–461.
- Lugtenberg B. and Kamilova F. 2009. Plant growth-promoting rhizobacteria. *Annual Review of Microbiology* 63, 541-556.
- Meyling N.V., Pilz C., Keller S., Widmer F. and Enkerli J. 2012. Diversity of *Beauveria* spp. isolates from pollen beetles *Meligethes aeneus* in Switzerland. *Journal of Invertebrate Pathology* 109, 76-82.
- Vogelgsang S., Bänziger I., Krebs H., Legro R. J., Sanchez-Sava V. and Forrer H.-R. 2013. Control of *Microdochium majus* in winter wheat with botanicals – from laboratory to the field. *Plant Pathology* doi:10.1111/ppa.12024

2.4 Daten und Methoden

Benötigte Daten: Wetterdaten von MeteoSchweiz (online verfügbar); phänologische Daten von Kulturpflanzen und Schadorganismen (z.B. verfügbar über Prognosesysteme, Bulletins der kantonalen Pflanzenschutzdienste, Agrometeo)

Wichtigste Methoden: Klassische Labormethoden in Mikrobiologie, Entomologie und Pflanzenbiologie, Labor-Bioassays mit Schadorganismen und Krankheitserregern zur Prüfung deren Virulenz sowie zur Entwicklung neuer Regulierungsstrategien durch Nützlinge, Sprühkammerversuche mit befallenen, getopften Pflanzen, Topfversuche in Gewächshaus und Treibbeeten, Parzellenversuche auf dem Feld, Bodenprobenanalysen, molekularbiologische Charakterisierung von Pilzisolaten (SSR-Analysen) und von Bodenbakterien (16S Sequenz), Formulierungstechniken für Pilzsporen (Pilzgersteproduktion, Lyophilisation), Analyse der Metaboliten aus bakteriellen Antagonisten mittels GC-MS.

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

Zwischen- und Endberichte für Drittmittelprojekte; Präsentationen auf nationalen und internationalen Tagungen; Publikationen in wissenschaftlichen Zeitschriften und in der landwirtschaftlichen Presse; Feldbegehungen und Demonstrationen am Agroscope-Versuchsgelände.

3.2 Kunden

Die wichtigsten Kunden sind die Schweizer Landwirte, in weiterem Sinne alle Beteiligten in der Kartoffel-, Getreide- und Rapsproduktion (swisspatat, swissgranum, VSKP, IP-Suisse, BioSuisse), sowie auch die Vermehrungsorganisationen (swissem), die der Produktion nachgelagerten Betriebe, der Lebensmittelhandel und schliesslich die Konsumenten. Das Tätigkeitsfeld ist zudem für verschiedene Industriepartner interessant (z.B. Nützlingsproduzenten). Die Beratungsdienste profitieren von der Arbeit im Rahmen dieses Tätigkeitsfeldes und helfen gleichzeitig mit, die Ergebnisse in der Praxis publik zu machen und umzusetzen. Zu guter Letzt sind auch Vertreter der nationalen und internationalen Wissenschaft eine wichtige Kundengruppe dieses Tätigkeitsfeldes.

3.3 Nutzen

Beitrag zur biologischen Bekämpfung von problematischen Schaderregern in Ackerbaukulturen und im Grasland. Möglichkeit zum Ersatz oder zur Reduktion von ökologisch bedenklichen Bekämpfungsmethoden (z.B. Reduktion des Kupfereintrages im Biolandbau). Beitrag zur Ermöglichung einer umweltverträglichen und gleichzeitig ökonomisch attraktiven Produktion von Getreide, Kartoffeln und Raps in Bioqualität. Verfügbarkeit von gesundem Saatgut für den Biogetreidebau. Schutz von Wiesen und Weiden vor Erosionsschäden, die durch grosse Engerlingsschäden entstehen können. Beitrag zum Verständnis langjähriger Gradationszyklen von Schadorganismen. Diese Erkenntnisse könnten in der Folge zur Optimierung von Prognosesystemen verwendet werden.

3.4 Impact

Das Angebot von nachhaltig produzierten Lebens- und Futtermitteln aus der Schweiz wird gesichert und erweitert. Dadurch verbessern sich die Möglichkeiten, auf die ständig steigende Nachfrage zu reagieren. Eine Reduktion des Einsatzes von chemischen Pflanzenschutzmitteln in bestimmten Kulturen wird durch die Bereitstellung von alternativen Regulierungsmöglichkeiten von Schadorganismen ermöglicht. Weiteren Resistenzbildungen bei Problemschadorganismen (z.B. Rapsglanzkäfer) wird vorgebeugt. Alternativen zum Kupfereinsatz schonen das Bodenleben und die Bodenfruchtbarkeit wird erhalten. Dies ermöglicht einen verantwortungsvollen Umgang mit einer der wichtigsten landwirtschaftlichen „Ressourcen“, dem Boden. Die Produktion von Biogetreidesaatgut wird gesichert.



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.42.4.2

Vermeidung von Mykotoxinen im Ackerbau

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Vermeidung von toxischen Pilzen und Mykotoxinen im Ackerbau und Ernteprodukten
Titel Originalsprache kurz	Vermeidung von Mykotoxinen im Ackerbau
Französisch lang	Évitement des souches toxigènes et des mycotoxines dans les grandes cultures et des produits de récolte
Französisch kurz	Évitement des mycotoxines dans les grandes cultures
Titel englisch	Prevention of toxigenic fungi and mycotoxins in arable crops and harvested goods
Title english short	Prevention of mycotoxins in arable crops
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Vogelgsang, Susanne
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Musa, Tomke
Keywords	Mycotoxin, <i>Fusarium</i> , <i>Aspergillus</i> , mould, head blight, ear rot, stalk rot
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	14.1 Sicherheit von Futter- und Lebensmitteln (Themat. Schwerpunkt „Qualitativ hochwertige und sichere Lebensmittel für eine gesunde Ernährung“)

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Toxigene Pilze verursachen weltweit und in der Schweiz grosse Probleme. Befall durch diese Erreger führen in Getreide und Mais zu erheblichen Ernte- und Qualitätsverlusten. Das Erntegut ist zudem häufig mit gefährlichen Mykotoxinen belastet, welche die Sicherheit der daraus gewonnene Lebens- und Futtermittel gefährden. *Fusarium*-Arten gehören zu den häufigsten Toxin produzierenden Pilzen. Die Umsetzung der von uns entwickelten Anbauempfehlungen in die landwirtschaftliche Praxis zur Vermeidung von Mykotoxinen in Weizen ist jedoch nicht unproblematisch. Daher planen wir weitere Forschungsarbeiten, zum Beispiel die Überprüfung von Möglichkeiten zur biologischen Bekämpfung mit natürlich vorkommenden Antagonisten. Diese Arbeiten werden einen wichtigen Beitrag zur nachhaltigen Kontrolle von Ährenfusariosen in Weizen, aber auch für andere Getreidearten leisten. Bei Körner- und Silomais ist die *Fusarium*-Artendiversität und die Mykotoxinbelastung häufig höher als

in Getreide. Die beeinflussenden Anbaufaktoren sind bisher nur ansatzweise erkennbar. Der Anbau von Mais als Futtermittel, vereinzelt auch als Lebensmittel, nimmt stetig zu und es ist daher von hoher Bedeutung, Empfehlungen zur Vermeidung von Befall zu erarbeiten.

Neben *Fusarium*-Pilzen gehören Erreger der Gattung *Aspergillus* zu weltweit verbreiteten und hoch potenten Toxin-Bildnern. Bis anhin gingen wir davon aus, dass diese Arten vor allem im Lager und in Ländern mit Dürreperioden von Bedeutung sind. Aufgrund des Klimawandels könnten diese Aflatoxin-bildenden Arten jedoch auch in Europa bereits im Feld häufiger auftreten und neue Toxinprobleme hervorrufen. Im Gegensatz zu *Fusarium*-Toxinen können Aflatoxine durch Futtermittel in Milch- und Fleischprodukte gelangen und gefährden dadurch zusätzlich die Sicherheit von tierischen Lebensmitteln. Unsere derzeit laufende Beprobung von Mais-Sortenversuchen soll dazu genutzt werden, das Auftreten von *Aspergillus*-Arten und deren Aflatoxine zu klären und analog zu den bisherigen Fusarien-Untersuchungen die Anbaufaktoren zu evaluieren, die den Befall beeinflussen. Damit sollen langfristig Empfehlungen erarbeitet werden, um *Aspergillus*-Befall zu vermeiden und damit das Risiko von toxinbelasteten Futter- und Lebensmitteln nachhaltig zu verringern.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Toxigene Pilze verursachen weltweit und in der Schweiz grosse Probleme. Befall durch die Erreger der Gattung *Fusarium* führen in Getreide zu Ährenfusariosen und in Mais zu Kolben- und Stängelfäule. Neben den erheblichen Ernte- und Qualitätsverlusten führen diverse *Fusarium*-Arten auch häufig zur Belastung des Ernteguts mit gefährlichen Mykotoxinen, welche die Sicherheit der daraus gewonnenen Lebens- und Futtermittel und somit die Gesundheit von Mensch und Tier gefährden. Zu den *Fusarium*-Toxinen gehören je nach Art verschiedene Trichothecene wie Deoxynivalenol (DON) oder Nivalenol (NIV) (Schwächung des Immunsystems, Nekrosen etc.), Zearalenon(ZEA)-Metaboliten (östrogen wirksam) und Fumonisine (FUMs) (krebserregend). Durch unsere Untersuchungen im AP 08-11 und im ZAP 12-13 wurden die Anbaufaktoren, welche den Befall von Weizen und dessen Mykotoxinbelastung beeinflussen, identifiziert und dokumentiert. Mit Workshops, Lehrveranstaltungen, Merkblättern und Artikeln in landwirtschaftlichen Medien wurden Landwirte, Lohnunternehmer und die landwirtschaftliche Beratung informiert. Die Umsetzung der Anbauempfehlungen in die landwirtschaftliche Praxis durch eine angepasste Fruchtfolge und Bodenbearbeitung ist trotz all dieser Anstrengungen jedoch - zum Teil aus wirtschaftlichen, aber auch aus ökologischen Gründen - nicht unproblematisch. Diverse Branchenorganisationen, wie z.B. swiss granum, fordern eine nachhaltige Regulierung dieser Pilzkrankheiten. Durch den Klimawandel muss zudem damit gerechnet werden, dass sich der *Fusarium*-Artenkomplex ändert (Virulenz, Toxigenität). Da unterschiedliche *Fusarium*-Arten voneinander abweichende Lebenszyklen aufweisen, können bisherige Anbauempfehlungen nicht ohne weiteres auf neue Populationen übertragen werden.

Untersuchungen aus dem AP 08-11 und dem ZAP 12-13 haben gezeigt, dass bei Körner- und Silomais die *Fusarium*-Artendiversität deutlich grösser ist als bei Getreide. Zudem ist die Mykotoxinbelastung häufig höher und komplexer als in Getreide. Die beeinflussenden Anbaufaktoren für diese Kulturen mit stetig wachsender Anbaufläche sind - auch aufgrund der bisher geringen Probenzahl und starker Jahreseffekte - bisher nur ansatzweise erkennbar.

Mehrere Organisationen der Getreidebranche befürworten den Schweizerischen Anbau von Hafer und Gerste als Lebensmittel. Einige Hafer- und Gerstensorten weisen einen hohen Gehalt an gesundheitsfördernden Substanzen auf (Anthocyane, β -Glukane etc.). Jedoch fehlen bei diesen Getreidearten entsprechende Erkenntnisse über die Häufigkeit von Fusarienbefall, die wichtigsten *Fusarium*-Arten und befallsbeeinflussende Anbaumassnahmen. Daher ist eine Abklärung des Auftretens von Fusarien

auf diesen Kulturen wichtig, um den positiven Effekt „gesunder“ Getreidearten nicht durch allfällige Mykotoxinbelastungen zunichte zu machen.

Neben *Fusarium*-Pilzen gehören Erreger der Gattung *Aspergillus* zu äusserst potenten Toxin-Bildnern. Bis anhin gingen wir davon aus, dass diese Arten vor allem unter ungeeigneten Lagerbedingungen und/oder in Ländern mit Dürreperioden von Bedeutung sind. Aufgrund des Klimawandels können diese Aflatoxin-bildenden Arten jedoch auch in Europa bereits im Feld auftreten und neue Toxinprobleme hervorrufen. Im Hitzesommer 2003 wurden beispielsweise in Maiskulturen aus Norditalien *Aspergillus*-Pilze gefunden und im Frühjahr 2013 wurden in Maisfuttermitteln aus Serbien hohe Aflatoxin-Werte nachgewiesen. Selbst im Rahmen unseres Körnermais-Monitorings aus Agroscope-Sortenversuchen konnten wir in einzelnen Proben Aflatoxine detektieren. Aflatoxine sind stark krebserregend und können im Gegensatz zu *Fusarium*-Toxinen durch Futtermittel in Milch- und Fleischprodukte gelangen. Dadurch wird zusätzlich die Sicherheit von tierischen Lebensmitteln gefährdet. Bei *Aspergillus*-Arten liegen momentan kaum Kenntnisse zu befallsbeeinflussenden Faktoren vor, insbesondere zu Anbaumassnahmen, welche den Befall und das Risiko einer Aflatoxin-Kontamination verringern könnten.

Mit Bezug auf Mykotoxine werden in Posieux seit Jahren regelmässig Futtermittelanalysen durchgeführt. Dies ist eine wichtige Bestandsaufnahme. Im Gegensatz zu dem hier vorliegenden Tätigkeitsfeld werden dort aber weder die dafür verantwortlichen Pilze identifiziert, noch die Anbaufaktoren evaluiert und auch keine Empfehlungen zur Vermeidung von Pilzbefall erarbeitet. In Changins laufen wertvolle Untersuchungen zur Bereitstellung von Sorten mit verminderter *Fusarium*-Anfälligkeit. Aber auch hier wird der Effekt von unterschiedlichen Anbaufaktoren nicht untersucht. Zudem kann dort nicht der gesamte *Fusarium*-Artenkomplex in die Resistenzzüchtung einbezogen werden.

2.2 Ziele

2.2.1 Vermeidung von Ährenfusariosen in Weizen und Stängel- und Kolbenfäule in Mais

Die Bedeutung verschiedener *Fusarium*-Arten sowie den Einfluss verschiedener Anbaufaktoren auf den Befall und die Mykotoxinbelastung von Weizen, Körner- und Silomais sind in Zusammenarbeit mit den kantonalen Zentralstellen für Pflanzenschutz untersucht. Dazu gehören beispielsweise Fruchtfolge, Bodenbearbeitung, Düngerverfahren und neue Sorten. Zudem untersucht sind die momentan und auch ab 2014 aus Agroscope-Sortenversuchen und aus der Praxis anfallenden Maisproben. Ebenfalls untersucht ist, ob sich durch den Klimawandel die Zusammensetzung des *Fusarium*-Artenkomplexes ändert.

2.2.2 Biologische Kontrolle von *Fusarium graminearum* in Weizen

Möglichkeiten zur biologischen Kontrolle der häufigsten *Fusarium*-Art auf Weizen, *F. graminearum*, mit natürlich vorkommenden Gegenspielern auf Ernteresten der Vorfrucht sind überprüft. Diese Arbeiten sind als Ergänzung zur nachhaltigen Regulierung von Ährenfusariosen in Weizen geplant.

2.2.3 Abklärung der Bedeutung von Fusarien und Mykotoxinen in Gerste und Hafer

Ein Schweiz weites Fusarien-Monitoring anhand von Praxis-Gerste- und Hafer-Ernteproben ist in der Planung abgeschlossen. Dazu gehört die Identifizierung der dominanten Arten, der häufigsten Toxine und die Erhebung der Anbaufaktoren, die den Befall beeinflussen könnten. Zudem sind neue Linien mit einem höheren Gehalt an gesundheitsfördernden Substanzen auf ihre Anfälligkeit gegenüber der jeweils wichtigsten *Fusarium*-Art und deren Epidemiologie untersucht. Damit kann das bestehende Prognosesystem FusaProg, das bisher ausschliesslich für *F. graminearum* in Weizen und das Toxin DON entwickelt wurde, auf zwei weitere Getreidearten und weitere Toxine erweitert werden.

2.2.4 Abklärungen zum Vorkommen von *Aspergillus*-Arten und Vermeidungsstrategien

Unsere ausgezeichneten Kontakte mit den kantonalen Zentralstellen für Pflanzenschutz sowie unsere derzeit laufende Beprobung von Mais-Sortenversuchen werden dazu genutzt, das Auftreten von *Aspergillus*-Arten und deren Aflatoxine in Mais zu klären und analog zu den bisherigen Fusarien-Untersuchungen die Anbaufaktoren zu evaluieren, die den Befall beeinflussen. Ein langfristiges Ziel ist, Empfehlungen zu erarbeiten, um *Aspergillus*-Befall zu vermeiden und damit das Risiko von toxinbelasteten Futter- und Lebensmitteln nachhaltig zu verringern.

2.3 Literaturangaben

- Cardwell, K. F., Kling, J. G., Maziya-Dixon, B., & Bosque-Perez, N. A. (2000). Interactions between *Fusarium verticillioides*, *Aspergillus flavus*, and insect infestation in four maize genotypes in lowland Africa. *Phytopathology*, 90, 276-284.
- Dorn, B., Forrer, H. R., Jenny, E., Wettstein, F. E., Bucheli, T. D., & Vogelgsang, S. (2011). *Fusarium* species complex and mycotoxins in grain maize from a multiyear maize hybrid trial and from grower's fields. *Journal of Applied Microbiology*, 111, 693-706.
- Dorn, B., Forrer, H. R., Schürch, S., & Vogelgsang, S. (2009). *Fusarium* species complex on maize in Switzerland: occurrence, prevalence, impact and mycotoxins in commercial hybrids under natural infection. *European Journal of Plant Pathology*, 125, 51-61.
- Dykes, L., & Rooney, L. W. (2007). Phenolic compounds in cereal grains and their health benefits. *Cereal Foods World*, 52, 105-111.
- Eckard, S., Wettstein, F. E., Forrer, H. R., & Vogelgsang, S. (2011). Incidence of *Fusarium* species and mycotoxins in silage maize. *Toxins*, 3, 949-967.
- Gembeh, S. V., Brown, R. L., Grimm, C., & Cleveland, T. E. (2001). Identification of chemical components of corn kernel pericarp wax associated with resistance to *Aspergillus flavus* infection and aflatoxin production. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49, 4635-4641.
- Luongo, L., Galli, M., Corazza, L., Meekes, E., De Haas, L., Van der Plas, C. L., & Kohl, J. (2005). Potential of fungal antagonists for biocontrol of *Fusarium* spp. in wheat and maize through competition in crop debris. *Biocontrol Science and Technology*, 15, 229-242.
- Mehl, H. L., & Cotty, P. J. (2013). Influence of plant host species on intraspecific competition during infection by *Aspergillus flavus*. *Plant Pathology*, published online 09.02.2013.
- Musa, T., Hecker, A., Vogelgsang, S., & Forrer, H. R. (2007). Forecasting of Fusarium head blight and deoxynivalenol content in winter wheat with FusaProg. *OEPP/EPPO Bulletin*, 37, 283-289.
- Palazzini, J. M., Groenenboom-de Haas, B. H., Torres, A. M., Köhl, J., & Chulze, S. N. (2013). Biocontrol and population dynamics of *Fusarium* spp. on wheat stubble in Argentina. *Plant Pathology*, 62, 859-866.
- Vogelgsang, S., Hecker, A., Musa, T., Dorn, B., & Forrer, H. R. (2011). On-farm experiments over five years in a grain maize - winter wheat rotation: Effect of maize residue treatments on *Fusarium graminearum* infection and deoxynivalenol contamination in wheat. *Mycotoxin Research*, 27, 81-96.
- Vogelgsang, S., Jenny, E., Hecker, A., Bänziger, I., & Forrer, H. R. (2009). Fusarien und Mykotoxine bei Weizen aus Praxis-Ernteproben. *Agrarforschung*, 16, 238-242.
- Vogelgsang, S., Sulyok, M., Hecker, A., Jenny, E., Krska, R., Schuhmacher, R., & Forrer, H. R. (2008). Toxigenicity and pathogenicity of *Fusarium poae* and *Fusarium avenaceum* on wheat. *European Journal of Plant Pathology*, 122, 265-276.
- Vogelgsang, S., Widmer, F., Jenny, E., & Enkerli, J. (2009). Characterisation of novel *Fusarium graminearum* microsatellite markers in different *Fusarium* species from various countries. *European Journal of Plant Pathology*, 123, 477-482.
- Zhou, K., Hao, J., Griffey, C., Chung, H., O'Keefe, S. F., Chen, J., & Hogan, S. (2007). Antioxidant properties of Fusarium head blight-resistant and -susceptible soft red winter wheat grains grown in Virginia. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 3729-3736.

2.4 Daten und Methoden

Benötigte Daten:

Wetterdaten von MeteoSchweiz (online verfügbar); phänologische Daten von Kulturpflanzen und Schaderregern (verfügbar über Prognosesysteme, Bulletins der kantonalen Pflanzenschutzdienste, Agrometeo).

Wichtigste Methoden:

Labor-, Klimakammer- und Feldmethoden in Mykologie und Pflanzenbiologie, Versuche zur Biologie von toxischen Pilzen sowie von nützlichen Antagonisten für Regulierungsstrategien, Monitoring von Schweizer Ernteproben auf Befall durch toxische Pilze und Toxinbelastung, Auswertung von erhobenen Anbaufaktoren zur Systemanalyse und zur Vermeidung von Befall

Chemische Analyse von *Fusarium*- und *Aspergillus*-Mykotoxinen mittels LC-MS/MS

Molekularbiologische Quantifizierung (real-time qPCR) und Charakterisierung von Pilzisolaten (Mikrosatelliten), Formulierungstechniken für antagonistische Pilze auf Ernteresten der Vorkultur, Analyse von Metaboliten aus pilzlichen Antagonisten mittels GC-MS.

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

Zwischen- und Endberichte für Drittmittelprojekte; Präsentationen auf nationalen und internationalen Tagungen; Publikationen in wissenschaftlichen Zeitschriften und in der landwirtschaftlichen Presse; Merkblätter; Feldbegehungen und Demonstrationen in Zürich-Reckenholz, Changins & Cadenazzo (NFP 69-Projekt), Workshops mit Vertretern der Getreidebranche.

3.2 Kunden

Die wichtigsten Kunden sind die Schweizer Landwirte und alle weiteren Vertreter der Getreide- und Maisbranche (swiss granum, SGPV, IP-Suisse, BioSuisse), sowie auch die der Produktion nachgelagerten Betriebe, der Lebensmittelhandel und schliesslich die Konsumenten. Das Tätigkeitsfeld ist zudem für verschiedene Industriepartner interessant (z.B. Firmen spezialisiert auf Produktion von pilzlichen Antagonisten). Die kantonalen Beratungsdienste profitieren von der Arbeit im Rahmen dieses Tätigkeitsfeldes, unterstützen uns im Rahmen der Schweiz-weiten Monitorings und helfen gleichzeitig mit, die Ergebnisse in der Praxis umzusetzen. Zudem sind die Vertreter der nationalen und internationalen Wissenschaft eine wichtige Kundengruppe dieses Tätigkeitsfeldes.

3.3 Nutzen

Beitrag zur Vermeidung von Befall durch toxische Pilze und Mykotoxinbelastung in Ackerbaukulturen und deren Ernteprodukte. Erhaltung der Sicherheit von Schweizer Lebens- und Futtermitteln. Beitrag zur Optimierung von Anbausystemen, u.a. durch erweiterte Anwendung von Prognosesystemen (Entscheidungshilfen) und der Entwicklung von Empfehlungen (Merkblätter und andere Medien). Beitrag zur Entwicklung von Getreidelinien mit höherem Gehalt an Glis und geringerer Fusarien-Anfälligkeit und dadurch erhöhte Wertschöpfung von Getreide (Bsp. „Ur-Dinkel“). Ermöglichung einer umweltverträglichen und gleichzeitig ökonomisch attraktiven Produktion von Getreide und Mais. Verbessertes Verständnis der Wechselwirkungen zwischen Anbausystemen, Umwelt, Antagonisten und toxischen Pilzen.

3.4 Impact

Das Angebot von nachhaltig produzierten sicheren Lebens- und Futtermitteln aus der Schweiz wird gesichert und erweitert. Dadurch verbessern sich die Möglichkeiten, auf die ständig steigende Nachfrage zu reagieren. Durch Vermeidungsstrategien, Einsatz des Prognosesystems und biologische Kontrolle von Fusarien wird der Einsatz chemischer Fungizide verringert. Durch Möglichkeiten, in pfluglosen Anbausystemen mit entsprechender Fruchtfolge, Sortenwahl und biologischer Kontrolle das Fusarien-Risiko tief zu halten, wird die Bodenfruchtbarkeit erhalten. Durch vermehrten Anbau von Getreide als Lebens- statt als Futtermittel verringert sich der Land- und Wasserverbrauch und wird ein Beitrag zur ökologischen Intensivierung geleistet. Durch die Abklärung der Bedeutung von Aflatoxin-produzierenden Aspergillen in Mais wird pro-aktiv auf zukünftige Toxinprobleme eingegangen.



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.43.1.1 Agrarlandschaft und ländlicher Raum

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Agrarlandschaft und ländlicher Raum
Titel Originalsprache kurz	Agrarlandschaft und ländlicher Raum
Titel englisch	Rural landscape and countryside
Title english short	Rural landscape and countryside
Titel französisch	Paysage agricole et espace rural
Titel französisch kurz	Paysage agricole et espace rural
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Beatrice Schüpbach
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Erich Szerencsits
Keywords	Agricultural landscape, landscape assessment, landscape functions, spatial analysis, landscape perception, landscape indicators, GIS
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	16.2 Vielfältige Agrarlandschaft

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Landwirtschaftliche Versuche werden üblicherweise auf Einzelparzellen oder Einzelbetrieben durchgeführt. Die Interaktionen zwischen Landwirtschaft und Agrarlandschaft können so nicht untersucht werden. Das Millennium Ecosystem Assessment (MEA 2002 und 2005) zeigt aber, dass die (Agrar) Landschaft nicht nur Nahrungsmittel und Wasser bereit stellt, sondern auch kulturelle Funktionen und Regulationsfunktionen übernimmt. In diesem Tätigkeitsfeld wird zu mehreren Funktionen gearbeitet:

- Das Landschaftsbild ist Teil der kulturellen Funktionen. Die Weiterentwicklung der Methoden zur Bewertung des Landschaftsbildes und die Integration eines Indikators für das Landschaftsbild in die Ökobilanzmethode SALCA sind Teil des Tätigkeitsfeldes („SALCA Landscape“). Präferenzwerte, die in einem früheren Arbeitsprogramm erarbeitet wurden, bilden die Basis dazu.
- CO₂-Fixierung und Erosionsverminderung sind Regulationsleistungen, welche Bäume in der offenen Landschaft leisten können. Im EU-Projekt AGFORWARD sollen die Umweltleistungen von un-

terschiedlichen Agroforstsystemen beurteilt werden.

- Das EU-Projekt CANTOGETHER erarbeitet Lösungen für die Integration von Pflanzen- und Tierproduktion. In drei Fallstudien (Schweiz, Irland, Spanien) werden Lösungen für die überbetriebliche Zusammenarbeit und den Austausch erarbeitet mit dem Ziel, den nachhaltigen Umgang mit Ressourcen zu fördern. GIS-Analysen sollen dabei die optimalen Transportwege zeigen.
- Neben den Landschaftsfunktionen gehören auch die Erarbeitung von Nutzungskonzepten für Waffenplätze und ein nachhaltiger Umgang mit Ressourcen zum Tätigkeitsfeld. Die Nutzungskonzepte von Waffenplätzen haben zum Ziel, Konflikte zwischen Natur, Landwirtschaft, Erholung / Tourismus und Armee zu lösen oder mindestens zu entschärfen.

In allen Projekten des Tätigkeitsfeldes ‚Agrarlandschaft und ländlicher Raum‘ sind räumliche Auswertungen ein zentrales Element. Deshalb ist der Prozess ‚GIS-Koordination‘ Teil des Tätigkeitsfeldes.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Traditionellerweise werden landwirtschaftliche Versuche auf Einzelparzellen oder auf Einzelbetrieben durchgeführt. Dies vernachlässigt die wechselseitigen Beeinflussungen von Landwirtschaft und Landschaft. Zwischen 2000 und 2005 wurde im Rahmen des Millennium Ecosystem Assessment (MEA) ein Konzept für die Bewertung von Umweltleistungen erarbeitet (MEA 2002 und 2005). Daraus geht hervor, dass die (Agrar)Landschaft in ihrer Qualität und mit ihren Strukturen nicht nur Nahrungsmittel und Wasser bereit stellt, sondern auch Regulations- und kulturelle Funktionen übernimmt sowie Prozesse wie Bodenbildung oder Bestäubung unterstützt. Zu den Regulationsfunktionen gehören z.B. die Verhinderung von Nährstoffauswaschung und Erosion, oder natürliche Schädlingsbekämpfung. Eine kulturelle Funktion ist z.B. das Landschaftsbild. In diesem Tätigkeitsfeld interessieren wir uns für diese Funktionen, dafür wie sie von der landwirtschaftlichen Praxis beeinflusst werden und wie die Landwirtschaft dazu beitragen kann, dass diese Funktionen erbracht werden:

- Das Landschaftsbild ist ein häufiges Argument, mit dem ‚umweltschonend‘ produzierte Lebensmittel durch Grossverteiler und Nahrungsmittelindustrie beworben werden. Indikatoren zur Beurteilung der Entwicklung des Landschaftsbildes fehlen aber bisher sowohl bei den Agrarumweltindikatoren des BLW als auch in den Ökobilanzen.
- Bäume sind wichtige Elemente in der Landschaft (Akbar et al. 2003). In vielen Fällen werten sie die Landschaft auf. Im Falle der Wiederbewaldung können sie aber Biodiversität und Landschaftsbild beeinträchtigen. In Agroforstprojekten werden Bäume bewusst gesetzt, u. a. auch mit dem Argument von Umweltleistungen wie CO₂-Fixierung, Erosionsverminderung oder Aufwertung des Landschaftsbildes. Dafür müssen aber diese Systeme optimiert werden.
- Überbetriebliche Zusammenarbeit ist ein bekanntes Mittel, um Maschinen effizienter zu nutzen (Lips 2012). Es stellt sich nun die Frage, ob die überbetriebliche Zusammenarbeit nicht auch genutzt werden könnte, um Ressourcen (z.B. Gülle) effizienter einzusetzen. Nutzungskonflikte (z.B. zwischen Naturschutz, Erholung und Landwirtschaft) können nur auf der Ebene der Landschaft gelöst werden.

Allen Landschaftsprojekten ist gemeinsam, dass sie die geeignete Massstabsebene zur Lösung der Probleme brauchen, dass geeignete räumliche Bezugseinheiten nötig sind und dass eine mehr oder weniger genaue räumliche Verortung der Prozesse, Funktionen und Qualitäten unabdingbar ist. Geografische Informationssysteme, räumliche Daten, Stereoluftbilder und GPS sind wichtige Hilfsmittel. Die GIS-Koordination von Agroscope ist deshalb Bestandteil dieses Tätigkeitsfeldes.

2.2 Ziele

Im Tätigkeitsfeld werden folgende Ziele verfolgt:

1. Machbarkeitsstudie für die Integration des Landschaftsbildes in die Ökobilanzmethode SALCA („SALCA Landscape“). Die Entwicklungsarbeiten werden mit dem Kompetenzzentrum AUI von ART abgestimmt, so dass die Methode allenfalls auch als AUI-Landschaft im Agrar-Umweltindikatorensystem benutzt werden kann.
2. Landschaftsdienstleistungen von Agro-Forst-Systemen. Mittels Modellen wird abgeschätzt, welche Ökosystemdienstleistungen auf der Landschaftsebene moderne Agroforstsysteme erbringen können (EU-Projekt AGFORWARD).
3. Unterstützung der überbetrieblichen Zusammenarbeit zwischen Landwirtschaftsbetrieben zur besseren Nutzung der Ressourcen durch Optimierung der Transporte (GIS-Tools für das EU-Projekt CANTOGETHER).
4. Erarbeitung von Nutzungskonzepten für Waffenplätze. Damit sollen Nutzungskonflikte zwischen Natur, Landwirtschaft, Erholung / Tourismus und Armee gelöst oder wenigstens entschärft werden.
5. Prozess GIS-Koordination: Zur Erreichung aller oben genannten Ziele sind unter anderem räumliche Analysen (GIS) notwendig. GIS wird aber auch in zahlreichen anderen Tätigkeitsfeldern und auch an anderen Agroscope-Standorten eingesetzt. Ziel der GIS-Koordination ist es, zusammen mit der Fachgruppe Forschungsinformatik die Infrastruktur für Geografische Informationssysteme bereit zu stellen und laufend dem Stand der Technik anzupassen.

Auswirkungen von Landschaft(sstruktur) auf die Biodiversität oder die isolierte Erfassung der Habitatqualität im Hinblick auf die Biodiversität werden in weiteren Tätigkeitsfeldern untersucht.

2.3 Literaturangaben

- Akbar, K.F., Hale, W.H.G. & Headley, A.D., 2003. Assessment of scenic beauty of the roadside vegetation in northern England. *Landscape and Urban Planning*, 63(3), 139-144.
- Alvensleben, R. & Kretschmer, H., 1992. Bevölkerungspräferenzen für Landschaften in Ost und West. *Agra-Europe* 41, 9-17.
- European Environment Agency, 2006. Integration of environment into EU agriculture policy – the IRENA indicator-based assessment report. EES, Copenhagen 2006.
- Lauber, S., Schüpbach, B. & Koch, B., 2013. Artenvielfalt im Sömmerungsgebiet. *HOTSPOT* 27, 14-16.
- Junge X., Schüpbach B., Walter T., Schmid B., Lindemann-Matthies P., (submitted). The aesthetic quality of agricultural landscape elements in different seasonal stages in Switzerland.
- Kaesler A., Sereke F., Dux D., Herzog F. 2011. Agroforstwirtschaft in der Schweiz / Agroforesterie en Suisse. *Agrarforschung Schweiz / Recherche Agronomique Suisse* 2(3), 128 – 133.
- Lips, M. 2012. Tiefere Kosten bei hoher Auslastung. *UFA* 7-8, p.10.
- Millenium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, D.C.
- Millenium Ecosystem Assessment Method., 2002. MA Secretariat, ICLARM Office, P.O. Box 500 GPO, 10670 Penang, Malaysia.
- Nemecek T., Freiermuth Knuchel R., Alig M. & Gaillard G., 2010. The advantages of generic LCA tools for agriculture: examples SALCAcrop and SALCAfarm. In: 7th Int. Conf. on LCA in the Agri-Food Sector, Notarnicola, B. (eds.). Bari, Italy. 433-438.
- Palma J.H.N., Graves A.R., Burgess P.J., van der Werf W., Herzog F. (2007) Integrating environmental and economic performance to assess modern silvoarable agroforestry in Europe. *Ecological Economics* 63, 759 – 767.

- Paracchini, M.L. & Capitani, C., 2011. Implementation of a EU wide indicator for the rural-agrarian landscape. European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability.
- Roth, U., Schwick, C., & Sprichtig, F. (2010). Zustand der Landschaft in der Schweiz. Zwischenbericht Landschaftsbeobachtung Schweiz (LABES). Bern.
- Surova, D., Surovy, P., Rebeiro, N.D. & Pinto-Correia, T., 2011. Integrating differentiated landscape preferences in a decision support model for the multifunctional management of Montado. *Agroforestry Systems* 82(2), 225-237.
- Schüpbach B., Junge X., Briegel, R., Lindemann-Matthies P., Walter Th. (2009). Ästhetische Wertschätzung landwirtschaftlicher Kulturen durch die Bevölkerung. ART-Schriftenreihe 10, Mai 2009, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART Tänikon, CH-8356 Ettenhausen.
- Schüpbach, 2012. Workshop Agri-environmental Indicator Landscape, Report. Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

2.4 Daten und Methoden

Ziel 1: Weiterentwicklung der Landschaftsbildbewertungsmethoden / Integration des Landschaftsbildes in die Ökobilanzmethode SALCA. (i) Literaturstudie: Es wird eine Übersicht über die bestehenden Ansätze zur Integration des Landschaftsbildes als Impactkategorie in Ökobilanzen erarbeitet, ihre Vor- und Nachteile werden untersucht und in einem Bericht oder einer Publikation dargestellt. (ii) Es wird ein Vorschlag für eine Impactkategorie Landschaftsbild für SALCA erarbeitet. Dieser basiert auf den in einem früheren Arbeitsprogramm erarbeiteten Präferenzwerten für einzelne Landschaftselemente sowie auf Betriebsdaten. Als Betriebsdaten sollen die Datensätze von ZAöB und ZA-AUI genutzt werden. Im Sinne einer Machbarkeitsstudie werden für das Landschaftsbild Betriebsbilanzen und versuchsweise Produktbilanzen erstellt. Dazu werden die Flächen für die einzelnen Kulturen mit dem jeweiligen Präferenzwert gewichtet und daraus Diversitätsindizes für einzelne Betriebe oder Betriebstypen gerechnet. In einer Masterarbeit sollen die Werte der Betriebsbilanz validiert werden. Ein weiterer Schritt ist die Umrechnung auf eine Produktbilanz.

Ziel 2: Abschätzung der Umweltleistungen von modernen Agroforstsystemen. Im Rahmen des EU-Projektes AGFORWARD werden verschiedene Aspekte agroforstlicher Systeme untersucht. Agroscope und Agridea beteiligen sich mit Fallstudien in der Schweiz zu Systemen mit hoher Wertschöpfung (Kastanienselven und Tourismus, Fruchtbäume mit Gemüse als Unterkultur im Biolandbau) und zu silvo-arablen Systemen (Kombination von Pappeln zur Energieholznutzung mit Ackerkulturen, Mostobstproduktion mit ackerbaulicher Unternutzung). Insbesondere aber wird versucht, auf der Landschaftsebene verschiedener europäischer Fallstudiengebiete die Umweltleistungen von Agroforstsystemen zu modellieren und auf die kontinentale Skala zu extrapolieren.

Ziel 3: Unterstützung der überbetrieblichen Zusammenarbeit. Im EU-Projekt CANTOGETHER besteht ein Beitrag von Agroscope darin zu untersuchen, wie die regionale Zusammenarbeit von Landwirtschaftsbetrieben gefördert werden kann. Es wird ein GIS-basiertes Internettool programmiert („Partnerbörse“), in welchem Betriebe Leistungen anbieten bzw. nach Leistungen suchen können um diese auszutauschen. Als Datengrundlage wird das Strassennetz aus OpenStreetMap verwendet. In den drei Fallstudien geht es um die Zusammenarbeit von Tal- und Berglandwirtschaft (Viehborse, Schweiz), die Optimierung von Triebwegen für Schafe in den Pyrenäen (Spanien) und den Austausch von Schweinegülle aus Mastbetrieben gegen Tierfutter von Ackerbaubetrieben (Irland).

Ziel 4: Konzepte für Natur, Landschaft und Armee (NLA). Viele Waffenplätze der Schweizer Armee werden auch landwirtschaftlich genutzt und stehen zum Teil unter Naturschutz. Daraus ergeben sich Konflikte, welche mit NLA-Gutachten im Auftrag von Armasuisse gelöst werden. Dafür wird mit bestehenden Datengrundlagen gearbeitet (digitale Daten zu Geologie, Hydrologie, Vegetation, Landwirtschaft, Tourismus, etc.) die punktuell mittels Erhebungen ergänzt werden. Aus der Verschneidung der

verschiedenen Datengrundlagen werden die Konflikte herausgearbeitet und mit den verschiedenen Akteuren Lösungen gesucht.

Ziel 5 GIS-Koordination: Mit Unterstützung der Forschungsinformatik stellt die GIS-Koordination die technische Infrastruktur der Geographischen Informationssysteme bereit und entwickelt sie bedarfsgerecht weiter. Die GIS-Anwendungen und die Geobasisdaten werden mittels virtuellen Klienten allen Standorten von Agroscope zur Verfügung gestellt. Der Bedarf an Geobasisdaten wird mit dem Bundesamt für Landestopographie in jährlichen Service Level Agreements geplant. Durch die Mitarbeit in Projekten des Tätigkeitsfeldes werden GIS-Methoden weiterentwickelt. Die Schwerpunkte liegen in den nächsten Jahren bei der Integration von Fernerkundungsdaten (stereoskopische Luftbildinterpretation) und bei den mobilen Anwendungen. Den GIS-Anwendern von Agroscope steht die Koordination beratend zur Seite um die für die Projektziele optimale Integration von GIS zu erreichen.

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

- SALCA Landscape:
 - Peer-reviewed paper zur Entwicklung eines Landschaftsindikators;
 - Peer-reviewed paper zur Intergration von Landschaft in die Ökobilanzmethode mit Anwendungsbeispiel und Validierung.
- AGFORWARD: Die jährliche Berichterstattung im Rahmen des EU-Projektes wird wahrgenommen. Ausserdem:
 - Beiträge zu den betroffenen Deliverables;
 - Publikation der Ergebnisse von Fallstudien des Projektes in internationalen Zeitschriften und Vorstellung an Tagungen.
- CANTOGETHER: Die jährliche Berichterstattung im Rahmen des EU-Projektes wird wahrgenommen. Ausserdem:
 - Beiträge zu den betroffenen Deliverables;
 - Publikation der Ergebnisse von Fallstudien des Projektes in internationalen Zeitschriften und Vorstellung an Tagungen;
 - Internet-Tool („Partnerbörse“) wird aufgeschaltet und ist operativ.
- NLA-Berichte in Absprache mit dem Auftraggeber.

3.2 Kunden

- Forschung und Wissenschaft: Wissenschaftliche Publikationen in Peer-reviewed Journals, Vorträge an wissenschaftlichen Tagungen;
- Behörden: Expertisen auf Anfrage, Durchführung von Monitoringaktivitäten, Auswertung der Daten und Kommunikation der Ergebnisse;
- Politik, NGOs: Vorträge auf Anfrage;
- Produzenten: Vorträge, Mitarbeit an Schulungstagen;
- Presse und Öffentlichkeit: Medienmitteilungen
- GIS wird in allen Forschungsbereichen am Reckenholz und zunehmend auch an anderen Agroscope-Standorten eingesetzt.

3.3 Nutzen

- Forschung und Wissenschaft: Erkenntnisgewinn, Grundlage für weiterführende Arbeiten;
- Behörden, Politik, NGOs: Beurteilung des Einflusses der landwirtschaftlichen Praxis und der agrarpolitischen Massnahmen auf das Landschaftsbild, Instrument zur Evaluation von Fördermassnahmen und Zielerreichungsgrad; Lösung der Konflikte zwischen Natur, Landschaft und Armee auf ausgewählten Waffenplätzen;
- Produzenten: Erprobung neuer Landnutzungssysteme (Agroforstwirtschaft), Erleichterung der überbetrieblichen Zusammenarbeit („Partnerbörse“);
- Presse und Öffentlichkeit: Beurteilung des Einflusses der landwirtschaftlichen Praxis und der agrarpolitischen Massnahmen auf das Landschaftsbild.

3.4 Impact

Den unmittelbarsten Impact auf die Landschaft hat das Projekt ‚NLA‘ (‚Natur, Landschaft, Armee‘), in welchem verbindliche Nutzungskonzepte für einzelne Waffenplätze entwickelt werden. Die Planung der landwirtschaftlichen Nutzung hat dabei einen grossen Anteil.

Die anderen Projekte erzielen Impact bei Behörden und Politik (Indikatorprojekte) oder – über die Beratung – in der landwirtschaftlichen Praxis (AGFORWARD, CANTOGETHER).



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.43.1.2

Biodiversitätsindikatoren

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Indikatoren für Monitoring und Evaluation der Biodiversität in der Landwirtschaft
Titel Originalsprache kurz	Biodiversitätsindikatoren
Titel englisch	Farmland biodiversity indicators for monitoring and evaluation
Title english short	Biodiversity indicators
Titel französisch	Indicateurs pour le monitoring et l'évaluation de la biodiversité en agriculture
Titel französisch kurz	Indicateurs de biodiversité
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Felix Herzog
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Gabriela Hofer
Keywords	Habitat mapping, vegetation database, arthropods, life cycle assessment
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	12.1 Schutz / schonende Nutzung natürlicher Ressourcen

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Im Tätigkeitsfeld werden Indikatoren für die Vielfalt von wildlebenden Arten und von Lebensräumen in der Agrarlandschaft entwickelt und in Monitoringprogrammen umgesetzt.

Forschungsplan: Im Tätigkeitsfeld „Biodiversitätsindikatoren“ sind drei Hauptaktivitäten vorgesehen:

1. Abschluss der Pilotphase und Beginn der Routinemessungen des Agrar-Umweltindikators „Arten Lebensräume Landwirtschaft“ ALL-EMA.
2. Weiterentwicklung des Ökobilanzindikators SALCA Biodiversité, insbesondere wissenschaftliche Publikation der Methode und von Fallstudienresultaten, Anwendung auf zusätzliche Landwirtschaftstypen (Gemüsebau, Obstkulturen) und im internationalen Rahmen.
3. Weiterführung des Prozesses „Vegetationsdatenbank“ und Vermarktung der Datenbank; gezielte

Auswertungen zur Vegetationsentwicklung im Zusammenhang mit aktuellen Erhebungen. Alle drei Aktivitäten werden durch Zweit- und Drittmittel unterstützt. Diese sind z.T. bereits vertraglich gesichert (ALL-EMA) oder beantragt (EU FP7-Projekt FindCAP). Weitere Akquisition ist vorgesehen.

Relevanz: Die Relevanz der drei Aktivitäten unterscheidet sich:

1. Die Entwicklung und Umsetzung von ALL-EMA geschieht im Auftrag der Bundesämter für Umwelt und für Landwirtschaft, welche die Ergebnisse für das Monitoring und die Evaluation ihrer Politik verwenden wollen. Die Relevanz liegt hier in der Politikberatung.
2. Die Publikation der Methode von SALCA Biodiversität dient der wissenschaftlichen Absicherung und der breiten Bekanntmachung. Dies sowie die Ausdehnung der Anwendbarkeit (agronomisch, geographisch) erschliesst zusätzliche Kundengruppen.
3. Die Vegetationsdatenbank sichert die Qualität und Verfügbarkeit der Vegetationsaufnahmen, welche seit über 100 Jahren von Agroscope bzw. den Vorgängerinstitutionen gemacht wurden.

Nutzen: Der Nutzen der drei Aktivitäten liegt darin, dass wissenschaftliche Grundlagen über den Zustand der Biodiversität (Arten und Lebensräume) in der Agrarlandschaft erarbeitet, analysiert und publiziert werden. Die Arbeiten sind langfristig angelegt und ein grosser Teil ihres Nutzens begründet sich darin, dass die Kontinuität der Arbeiten gesichert ist.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Das Wort Biodiversität steht für die Vielfalt des Lebens. Diese Vielfalt ist als Ganzes nicht erfass- oder messbar, gibt es doch z.B. weltweit zwischen 1,5 und 1,75 Millionen Pflanzen- und Tierarten (Sitte et al. 2002). Zusätzlich zur Artenvielfalt versteht man unter Biodiversität auch die genetische Vielfalt und die Vielfalt an Lebensräumen.

Um den Zustand der Biodiversität erfassen zu können, ihre Entwicklung zu verfolgen und die Wirkung von Massnahmen auf die Biodiversität beurteilen zu können braucht es deshalb Indikatoren. Diese Indikatoren müssen:

- Wissenschaftlichen Kriterien genügen, d.h. sie müssen die Biodiversität als Ganzes oder definierte Teile davon repräsentieren, reproduzierbar und zuverlässig messbar sein;
- Einen Nutzen für die Anwender aufweisen (Behörden, Interessengruppen);
- Mit vertretbarem Aufwand erhoben werden können.

In der Landwirtschaft werden direkte und indirekte Indikatoren verwendet. Direkte Indikatoren erfassen die Vielfalt an Genotypen (z.B. Sorten von Kulturpflanzen, Haustierrassen), die Vielfalt an wildlebenden Arten (z.B. von Gefässpflanzen, ausgewählten Arthropodengruppen) und die Vielfalt an Lebensräumen. Indirekte Indikatoren umfassen Bewirtschaftungsmassnahmen der Landwirte (Düngung, Pflanzenschutz, Bodenbearbeitung, usw.), welche erwiesenermassen einen Einfluss auf die Biodiversität haben.

In diesem Tätigkeitsfeld werden folgende wissenschaftliche Herausforderungen angegangen:

1. Messmethodik und Aussagekraft. Welche Artengruppen sind repräsentativ für die Gesamtartenzahl? Wie können Lebensräume reproduzierbar erfasst werden (Kartierschlüssel)? Welche indirekten Indikatoren repräsentieren die Biodiversität am besten?
2. Skala. Für welchen Zweck wird besser auf der Landschaftsebene gearbeitet und für welchen Zweck eignet sich die Betriebsebene besser? Welchen Einfluss haben Betriebsparameter und Bewirtschaftungsmassnahmen auf die Biodiversität auf den Parzellen? Wie kann dem Einfluss von halbnatürlichen Habitaten und der Landschaftsumgebung Rechnung getragen werden?
3. Umsetzbarkeit und Wiederholbarkeit. Wie kommt man vom Survey (einmalige Ansprache) zum Monitoring? Welche Kosten sind damit verbunden und bei welchen Indikatoren ist das Kosten-Nutzen-Verhältnis am besten? Wie können in Monitoringprogrammen Synergien zwischen Erhebungsparametern genutzt werden?

Im Tätigkeitsfeld werden Entwicklungsarbeiten an zwei Agrar-Umweltindikatoren zur landwirtschaftlichen Biodiversität vorangetrieben. Ausserdem ist der Prozess „Vegetationsdatenbank“ diesem Tätigkeitsfeld zugeordnet.

2.2 Ziele

Oberziel: Indikatoren für die Biodiversität in der Agrarlandschaft zu entwickeln, zu prüfen und zur operationellen Anwendung zu bringen:

1. Entwicklung und Implementierung des Monitoringsystems ALL-EMA (Arten und Lebensräume Landwirtschaft).
2. Entwicklung von geeigneten direkten und indirekten Indikatoren (Ökobilanzmethode) für die Vielfalt von Arten und Lebensräumen in der Agrarlandschaft und Bestimmung der Aussagekraft der Indikatoren für die relevanten Skalen (Parzelle, Landwirtschaftsbetrieb, Landschaftsebene).
3. Betrieb der Vegetationsdatenbank für Agroscope: Pflege der bestehenden Daten, Aufnahme und Qualitätskontrolle weiterer Datensätze, gezielte Auswertungen.

2.3 Literaturangaben

- Brosson, P. (1999). Le diagnostic agri-environnemental pour une agriculture respectueuse de l'environnement - Trois méthodes passées à la loupe. Solagro Toulouse. 165 p.
- Büchs, W. (ed.) (2003). Biotic Indicators for Biodiversity and Sustainable Agriculture. Agriculture, Ecosystems and Environment 98 - Special Issue.
- Dennis P., Bogers M.M.B., Bunce R.G.H., Herzog F., Jeanneret P. (2012) Biodiversity in organic and low-input farming systems. Handbook for recording key indicators. Wageningen, Alterra, Alterra-Report 2308. 92 pp. www.biobio-indicator.org
- Hammond, P.M., 1992. Species inventory. In: Groombridge, B. (Ed.), Global Biodiversity, Status of the Earth's Living Resources. Chapman & Hall, London, pp. 17–39.
- Duelli, P., Obrist, M.K., 1998. In search of the best correlates for local organismal biodiversity in cultivated areas. Biodivers. Conserv. 7, 297–309.
- Frieben, B. (1998). Verfahren zur Bestandaufnahme und Bewertung von Betrieben des Organischen Landbaus im Hinblick auf Biotop- und Artenschutz und die Stabilisierung des Agrarökosystems. Verlag Dr. Köster, Berlin. 330 p.
- Jeanneret Ph., Baumgartner D.U., Freiermuth Knuchel R., Gaillard G. (2008). A new LCA method for assessing impacts of agricultural activities on biodiversity (SALCA-Biodiversity). Proceedings of the 6th International Conference on Life Cycle Assessment in the Agri-Food Sector 2008, Zurich, 34-39.
- Köllner Th. (2000). Species-pool effect potentials (SPEP) as a yardstick to evaluate land-use impacts on biodiversity. Journal of Cleaner Production 8: 293-311.
- Lindeijer, E., van Kampen, M., Fraanje, P., van Dobben, H., Nabuurs, G. J., Schouwenberg, E., Prins, D., Dankers, N. & Leopold, M. (1998). Biodiversity and life support indicators for land use impacts in LCA. IVAM Environmental Research. Publicatierreeks Grondstoffen 1998/07. 60 p.
- McRae, T., Smith, C.A.S and Gegerich, L.J. (eds.) 2000. Environmental Sustainability of Canadian Agriculture: Report of the Agri-Environmental Indicator Project, Agriculture and Agri-Food Canada (AAFC), Ottawa, Ontario, Canada.
- Milà i Canals, L., Bauer, C., Depestele, J., Dubreuil, A., Freiermuth Knuchel, R., Gaillard, G., Michelsen, O., Müller-Wenk, R. and Rydgren, B. (2007). Key Elements in a Framework for Land Use Impact Assessment Within LCA. Int. J. of LCA, 12, 5-15.
- Müller-Wenk, R. (1998). Land use - The main threat to species: How to include land use in LCA. IWÖ-Discussion Paper No. 064. Institut für Wirtschaft und Ökologie Universität St. Gallen. 46 p.
- Nemecek, T., Huguenin-Elie, O., Dubois, D. & Gaillard, G. (2005). Ökobilanzierung von Anbausystemen im Acker- und Futterbau. Schriftenreihe der FAL 58. 156 p.

Noss, R.F., 1990. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. *Conserv. Biol.* 4, 355–364.

B. Küstermann¹, K. Wenske und K.-J. Hülsbergen (2007) Modellierung betrieblicher C- und N-Flüsse als Grundlage einer Emissionsinventur. 9. Wissenschaftstagung Organischer Landbau. Organic Eprints.

2.4 Daten und Methoden

Für die Entwicklung und Durchführung des Monitorings der Arten und Lebensräume Landwirtschaft ALL-EMA im Auftrag von BLW und BAFU fungiert das INH als „Generalunternehmer“, d.h. das Monitoring wird auch in der Routinephase über das INH abgewickelt, welches gewisse Aufträge (Routine-Felderhebungen, IT-Entwicklungen) extern in Auftrag geben wird. Im Grundsatz wird in ALL-EMA das Biodiversitätsmonitoring Schweiz (BDM) auf einem Teil der BDM-Untersuchungsperimeter mit einer Lebensraumsprache und mit Vegetationsaufnahmen ergänzt. Letztere werden stratifiziert auf die verschiedenen Lebensraumtypen und auf Biodiversitätsförderflächen verteilt. Aus den erhobenen Daten werden Biodiversitätsindikatoren für die Biodiversität in der offenen Agrarlandschaft errechnet. Die Erhebungen verteilen sich über 5 Jahre (jährlich 20% der Flächen), Lebensraumkartierung und Vegetationsaufnahmen sind um ein Jahr versetzt. Die Methoden werden auch abgestimmt mit dem in Entwicklung befindlichen Monitorings- und Evaluationskonzept für Inventarflächen des BAFU (BIOP, Auftragnehmer WSL; wir arbeiten an der Methodenentwicklung für Faunaerhebungen in Auen mit).

Für die Entwicklung und Anwendung von Ökobilanzindikatoren wird mit Bewirtschaftungsdaten von Landwirtschaftsbetrieben gearbeitet. Diese werden in den meisten Fällen gezielt und projektspezifisch erhoben. In Zukunft wird auch zu prüfen sein, welche Ergebnisse mit den Bewirtschaftungsdaten erreicht werden können, die von der amtlichen Agrarstatistik und/oder von der Agrarverwaltung (AGATE) zur Verfügung gestellt werden. Aus den Daten werden mit dem Modell SALCA-Biodiversité Biodiversitätspunkte abgeleitet. Diese Punkte werden fallweise und wo verfügbar mit vorliegenden Biodiversitätserhebungen auf den Betrieben verglichen, um das Modell zu plausibilisieren. Solche Vergleiche werden wenn möglich auch mit internationalen Datensätzen aus EU-Projekten durchgeführt (z.B. BIOBIO, CANTOGETHER), um die mögliche Anwendung in unseren Nachbarländern zu prüfen.

Die am IHN erhobenen Vegetationsdaten werden in einer zentralen Datenbank erfasst. Zusätzlich zu den aktuellen Daten umfasst die Vegetationsdatenbank auch historische Aufnahmen, die über 100 Jahre zurück reichen. Auf dieser Grundlagen werden Vergleiche angestellt zur Entwicklung der Vegetation von Grasland und von Ackerflächen (Begleitflora).

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

ALL-EMA: Die Ämter werden jährlich über den Fortgang der Arbeiten informiert (Bericht). Ausserdem ist vorgesehen:

- Die Erstellung einer Internetseite;
- Die Publikation des Lebensraumschlüssels (Agroscope-Bericht);
- Die Vorstellung des Programms an nationalen und internationalen Tagungen;
- Design-Reports und methodische Analysen in Reviewed Journals falls die Daten das hergeben.

SALCA Biodiversité & AUM:

- Die Reportingverpflichtungen im Rahmen des AUM werden wahrgenommen;
- Die Methode von SALCA-Biodiversité wird international publiziert;
- Die Auswertungen des BioBio-Datensatzes mit SALCA wird international publiziert und an Tagungen vorgestellt.

CANTOGETHER: Die jährliche Berichterstattung im Rahmen des EU-Projektes wird wahrgenommen. Ausserdem:

- Beiträge zu den betroffenen Deliverables;
- Publikation der Ergebnisse von Fallstudien des Projektes in internationalen Zeitschriften und Vorstellung an Tagungen.

Vegetationsdatenbank: Abschluss der Dissertation von Nina Richner und Veröffentlichung der Ergebnisse an nationalen und internationalen Tagungen sowie in internationalen Zeitschriften und in der Agrarforschung.

3.2 Kunden

- Forschung und Wissenschaft: Wissenschaftliche Publikationen in Peer-reviewed Journals, Vorträge an wissenschaftlichen Tagungen;
- Behörden: Expertisen auf Anfrage, Durchführung von Monitoringaktivitäten, Auswertung der Daten und Kommunikation der Ergebnisse;
- Politik, NGOs: Vorträge auf Anfrage;
- Produzenten: Vorträge, Mitarbeit an Schulungstagen;
- Presse und Öffentlichkeit: Medienmitteilungen

3.3 Nutzen

- Forschung und Wissenschaft: Erkenntnisgewinn, Grundlage für weiterführende Arbeiten;
- Behörden: Beurteilung des Zustands der landwirtschaftlichen Biodiversität, Zielerreichungsgrad, Evaluation von Fördermassnahmen (z.B. Biodiversitätsförderflächen);
- Politik, NGOs:; Beurteilung des Zustands der landwirtschaftlichen Biodiversität, Zielerreichungsgrad, Evaluation von Fördermassnahmen (z.B. Biodiversitätsförderflächen)
- Produzenten: Beurteilung des Zustands der landwirtschaftlichen Biodiversität, Indikatoren auf Betriebsebene;
- Presse und Öffentlichkeit: Beurteilung des Zustands der landwirtschaftlichen Biodiversität, Zielerreichungsgrad, Evaluation von Fördermassnahmen (z.B. Biodiversitätsförderflächen)

3.4 Impact

Der unmittelbarste Impact dieses Tätigkeitsfeldes wird aus dem Projekt ALL-EMA (Arten Lebensräume Landwirtschaft – Espèces milieux agricoles) stammen, welches im Auftrag der Bundesämter für Umwelt und Landwirtschaft durchgeführt wird. Mit ALL-EMA wird das Monitoring-Portfolio von Agroscope (z.B. NABO, Erosion, ...) um die Komponente Biodiversität bereichert. Nach dem Abschluss der Pilotphase (2013-14) wird das Projekt in die Routinephase übergeführt und es werden routinemässig für die Agrarlandschaft der Schweiz repräsentative Biodiversitätsdaten erhoben. Erhebungen und Auswertungen werden mit dem Biodiversitätsmonitoring Schweiz abgestimmt und werden eine Aussage zum Zustand der landwirtschaftlichen Biodiversität in der Schweiz erlauben. Damit kann die Erreichung der Umweltziele Landwirtschaft der Ämter im Bereich der Biodiversität überprüft werden. Ausserdem wird gezielt die Artenvielfalt der Gefässpflanzen auf Biodiversitätsförderflächen und auf Ver-

gleichsflächen erhoben. Die Ergebnisse erlauben es, die Wirksamkeit der agrarpolitischen Massnahmen für die Erhaltung und Förderung der Biodiversität zu beurteilen und ggf. anzupassen.



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.43.1.3

Ökoausgleich und Funktionen

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Ökologischer Ausgleich und funktionelle Biodiversität
Titel Originalsprache kurz	Ökoausgleich und Funktionen
Titel englisch	Ecological compensation and functional biodiversity
Title english short	Functional ecological compensation
Titel französisch	Compensation écologique et biodiversité fonctionnelle
Titel französisch kurz	Compensation écologique fonctionnelle
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Thomas Walter
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Katja Jacot
Keywords	Ecological focus area, functional biodiversity, management of ecological focus areas, farmland biodiversity, conservation biocontrol, ecosystem services
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	12.1 Schutz / schonende Nutzung natürlicher Ressourcen

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Dieses Tätigkeitsfeld liefert Grundlagen dafür, dass die von den Bundesämtern für Landwirtschaft und für Umwelt beschlossenen Ziele für Arten und Lebensräume in der Landwirtschaft erfüllt werden können, dass die Funktionen der Biodiversität besser verstanden und die nützlichen Funktionen gefördert werden und dass den relevanten Skalen und Entscheidungsebenen Rechnung getragen wird.

Forschungsplan: Es sind folgende Hauptaktivitäten vorgesehen.

1. Die wichtigen Ökosystem-Leistungen naturnaher Lebensräume der Ackerbausysteme werden identifiziert und es werden Nützlingsstreifen entwickelt, welche dazu beitragen, spezifische Schädlinge in den Ackerkulturen zu unterdrücken.
2. Die Wirkungen verschiedener Bewirtschaftungstechniken auf die Flora und Fauna von Biodiversitätsförderflächen wird untersucht und optimiert.

3. Die Öko-Fauna-Datenbank wird weiterentwickelt und die neuen wissenschaftlichen Erkenntnisse zur Ökologie der Tierarten integriert. Sie ist Grundlage für die Abschätzung von Umweltveränderungen auf die Fauna.

Alle Aktivitäten werden durch Zweit- und Drittmittel unterstützt. Diese sind z.T. bereits vertraglich gesichert (Quessa, funktionelle Biodiversität) oder bestehende Verträge sind zu erneuern (Öko-Fauna-Datenbank). Weitere Akquisition (Ökologischer Ausgleich auf feuchten Ackerflächen) ist vorgesehen.

Relevanz: Die Projekt-Ergebnisse helfen mit, wissenschaftliche Lücken im Bereich Biodiversität und Landwirtschaft zu schliessen.

1. Ein besseres Verständnis von Ökosystemleistungen führt zu einer Verbesserung der Akzeptanz von naturnahen Lebensräumen bei den Landwirten und Landwirtinnen.
2. Der ökologische Ausgleich wird so weiterentwickelt, dass die vom Bund formulierten Biodiversitätsziele für die Landwirtschaft erreicht werden können.
3. Mit Hilfe der Öko-Fauna-Datenbank können potenzielle Wirkungen von Landnutzungsänderungen räumlich differenziert eingeschätzt werden. Sie ist auch eine Grundlage für Formulierung regionaler und nationaler Ziele.

Wissenschaftliche Relevanz: Das Projektfeld ist wissenschaftlich von sehr hoher Relevanz. Ergebnisse aus Themen dieses Projektfeldes wurden und werden in internationalen und nationalen, wissenschaftlichen sowie praxisorientierten Zeitschriften publiziert.

Nutzen: Die Projekte liefern wissenschaftliche Grundlagen zur Erhaltung und Förderung der Arten- und Lebensraumvielfalt sowie der nützlichen Ökosystem-Leistungen im landwirtschaftlich genutzten Raum. Durch die Mitarbeit in Expertengremien (Arbeitsgemeinschaft für den ökologischen Ausgleich im Ackerbau AGöAA, Forum Ökologischer Ausgleich von BLW & BAFU) sowie durch direkte Kontakte mit den Verantwortlichen der Verwaltungen von Bund und Kantonen fließen die Ergebnisse direkt in die Gestaltung des ökologischen Ausgleichs ein.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

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 tiefen Niveau und nur ein geringer Teil der ökologischen Ausgleichsflächen erfüllen die Kriterien für Qualität gemäss Ökoqualitätsverordnung. In den Berggebieten ist die Arten- und Lebensraumvielfalt im Vergleich zum Potenzial auf einem deutlich höheren Niveau als in den Tallagen. Der Rückgang konnte hier jedoch nur gebremst, aber nicht gestoppt werden. Hauptgründe dafür sind die Aufgabe der Bewirtschaftung an Grenzertragsstandorten einerseits und die Nutzungsintensivierung auf den weiterhin bewirtschafteten Flächen andererseits (Walter et al. 2010). Die Forschung unterstützt die politischen Prozesse durch Ziel- und Handlungswissen. 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 einerseits und den neuen Erkenntnissen über ihre Wirksamkeit zur Förderung der Biodiversität andererseits angepasst werden. Die Forschung liefert Grundlagen für diesen Prozess.

Mit dem zunehmenden Rückgang der landwirtschaftlichen Biodiversität stellt sich vermehrt die Frage nach ihren Funktionen wie Bestäubung, Nützlingsförderung, Bodenfruchtbarkeit, Ertragsbildung. Die landwirtschaftliche Produktion ist darauf angewiesen, dass diese Funktionen auch in Zukunft erbracht werden. Voraussetzung dafür, dass die Funktionen der Biodiversität gefördert werden können ist,

dass bekannt ist, welche Organismen welche Funktionen erbringen und wie sie gefördert bzw. gehemmt werden. Dazu muss sowohl Grundlagen- als auch anwendungsorientierte Forschung geleistet werden.

Dieses Tätigkeitsfeld soll Grundlagen dafür liefern, dass die von den Bundesämtern für Landwirtschaft und für Umwelt beschlossenen Ziele für Arten und Lebensräume in der Landwirtschaft erfüllt werden können, dass die Funktionen der Biodiversität besser verstanden und gefördert werden und dass den relevanten Skalen und Entscheidungsebenen Rechnung getragen wird.

2.2 Ziele

Neben der generellen Förderung von Arten- und Lebensraumvielfalt sind vor allem vermehrt die Ökosystem-Leistungen und Funktionen derselben aufzuzeigen und im landwirtschaftlichen Umfeld einzuschätzen und zu verbessern. Mit der Einführung der neuen Agrarpolitik werden neue Fragen aufkommen, welche eine breite Kompetenz in diesem Themenbereich erfordert. Diese gilt es bestmöglich zu erhalten und erweitern.

Im Tätigkeitsfeld werden folgende Ziele verfolgt:

1. Unterstützung der Weiterentwicklung und der Umsetzung der Agrarpolitik und landwirtschaftlichen Beratung im Bereich der landwirtschaftlichen Biodiversität:
 - 1.1. Erhaltung bzw. Ausbau der Kompetenz im Bereich „Arten und Lebensräume“ im landwirtschaftlich genutzten Gebiet als Grundlage für die Beratung von Politik, Praxis und Wissenschaft.
 - 1.2. Mit dem Verfassen wissenschaftlicher sowie auf die Praxis und Politik ausgerichteten Publikationen werden fundierte Grundlagen bereitgestellt.
2. Weiterentwicklung des ökologischen Ausgleichs:
 - 2.1. Erarbeitung von Grundlagen für eine effektivere Förderung der ackerbau-spezifischen Artenvielfalt.
 - 2.2. Bereitstellung der Grundlagen zur Einschätzung der Wirkung von Laubbläsern auf die Vegetation von Heuwiesen.
3. Erforschung und Förderung der Funktionen von naturnahen Lebensräumen:
 - 3.1. Empfehlungen zur optimalen Anlage von Nützlingsstreifen sind ausgearbeitet und mit wissenschaftlichen Untersuchungen begründet.
 - 3.2. Ökosystemfunktionen wie Bestäuber-Leistung, Schädlingskontrolle, Bodenfruchtbarkeit und Unkrautkontrolle können für naturnahe Lebensräume in einem Modell eingeschätzt werden.
4. Öko-Faunadatenbank:
 - 4.1. Die Öko-Faunadatenbank ist neu strukturiert und für Wissenschaft und Praxis zugänglich.

2.3 Literaturangaben

- Bianchi FJJA, Booij CJH & Tschamtko T (2006) Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. *Proceedings of the Royal Society B* **273**, 1715-1727.
- Chaplin-Kramer R, O'Rourke ME, Blitzer EJ & Kremen C (2011) A meta-analysis of crop pest and natural enemy response to landscape complexity. *Ecology Letters* **14**: 922-932.
- Costanza R., d'Arge R., de Groot R., Farber S., Grasso M., Hannon B., Limburg K.I., Naeem S., V. O'Neill R., Paruelo J., Raskin R.G., Sutton P., van den Belt M. (1997) The value of the world's ecosystem services and natural capital *NATURE*, Vol 387, 253-260
- Herzog F., Walter T., (2005) Evaluation der Ökomassnahmen Bereich Biodiversität. Schriftenreihe der FAL 56, 208 S.
- Humbert J.-Y., Ghazoul J., Walter T. (2009) Meadow harvesting techniques and their impacts on field fauna. *Agriculture, Ecosystems and Environment* **130**, 1–8
- Lachat T., Pauli D., Scheidegger Ch., Vittoz P., Walter T (2010) Wandel der Biodiversität in der Schweiz seit 1900. Ist die Talsohle erreicht? Zürich, Bristol-Stiftung; Bern, Stuttgart, Wien, Haupt, 435 S.

- Humbert J.-Y., Ghazoul J., Sauter G. J., Walter T. (2010) Impact of different meadow mowing techniques on field invertebrates. *J. Appl. Entomol.* 134 (2010) 592–599
- Kleijn D., Sutherland W.J. (2003). How effective are European agri-environment schemes in conserving and promoting biodiversity? *Journal of Applied Ecology*, 40, 947–969
- Kremen, C, Williams, NM Aizen, MA et al. (2007) Pollination and other ecosystem services produced by mobile organisms: a conceptual framework for the effects of land-use change. *Ecology Letters* **10**, 299-314.
- Rusch, A. , Valantin-Morison, M. , Sarthou, J.-P. , Roger-Estrade, J. (2010) Biological control of insect pests in agroecosystems. Effects of crop management, farming systems, and seminatural habitats at the landscape scale: A review. *Advances in Agronomy* 109, 219-259.
- Tscharntke T, Bommarco R, Clough Y, Crist TO, Kleijn D, Rand TA, Tylianakis JM, van Nouhuys S & Vidal S (2007) Conservation biological control and enemy diversity on a landscape scale. *Biological Control* **43**: 294-309.
- Walter T., Eggenberg S., Gonseth Y., Fivaz F., Hedinger Ch., 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, 138 S.

2.4 Daten und Methoden

Die wichtigsten Datengrundlagen in diesem Tätigkeitsfeld sind Rohdaten zum Vorkommen oder Fehlen von Arten und Artengemeinschaften sowie ihrem Verhalten auf verschiedene Einflussgrößen wie beispielsweise die Landnutzung oder die räumlichen Verteilung von Lebensräumen.

Je nach Fragestellung sind Langzeitstudien, Experimente im Feld oder im Gewächshaus, Surveys, Meta-Analysen passende Methoden, um die in 2.3 beschriebene Themen anzugehen. Insbesondere für Meta-Analysen sind gute Meta-Datenbanken erforderlich. Agroscope hat einen ausgezeichneten Zugang zu den nationalen Datenzentren für die verschiedenen Organismengruppen und verfügt mit der Vegetations-Datenbank, der Öko-Fauna-Datenbank sowie dem NABO selber über national wichtige Instrumente in diesem Bereich. Zudem ist eine ausgezeichnete GIS-Infrastruktur sowie die Möglichkeit der Luftbildinterpretation mitentscheidend für eine erfolgreiche Durchführung von Projekten in diesem Tätigkeitsfeld.

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

Die Berichterstattung erfolgt entsprechend den Anforderungen der Drittmittelgeber (Stiftungen, EU, CSCF) und beinhaltet in der Regel Jahresberichte mit folgenden Inhalten:

- Geleistete Arbeiten
- Produkte (Publikationen, Vorträge, Expertisen, Beratungen, Medienpräsenz, Internet)
- Budget

Durch die Mitarbeit in Expertengremien (Arbeitsgemeinschaft für den ökologischen Ausgleich im Ackerbau AGöAA, Forum Ökologischer Ausgleich von BLW & BAFU) sowie durch direkte Kontakte mit den Verantwortlichen der Verwaltungen von Bund und Kantonen fließen die Ergebnisse direkt in die Gestaltung des ökologischen Ausgleichs ein.

3.2 Kunden

- Forschung und Wissenschaft: Wissenschaftliche Publikationen in Peer-reviewed Journals, Vorträge an wissenschaftlichen Tagungen;

- Behörden: Expertisen auf Anfrage, Durchführung von Monitoringaktivitäten, Auswertung der Daten und Kommunikation der Ergebnisse;
- Politik, NGOs: Vorträge auf Anfrage;
- Produzenten, landwirtschaftliche Beratung: Vorträge, Mitarbeit an Schulungstagen;
- Presse und Öffentlichkeit: Medienmitteilungen

3.3 Nutzen

- Forschung und Wissenschaft: Erkenntnisgewinn, Grundlage für weiterführende Arbeiten;
- Behörden: Verbesserung des ökologischen Ausgleichs in der Landwirtschaft (z.B. Qualität von Biodiversitätsförderflächen);
- Politik, NGOs:; Einschätzen bestehender und Entwicklung neuer Massnahmen bei der Erfüllung der Umweltziele in den Bereichen Arten, Lebensräume und ökologische Funktionen (z.B. Biodiversitätsförderflächen)
- Produzenten: Nützlingsstreifen als neuer BFF-Typ, Grundlagen für die Betriebsberatung zur Förderung der Biodiversität.
- Presse und Öffentlichkeit: Beste Praktiken um Biodiversität zu erhalten und zu fördern (z.B. Biodiversitätsförderflächen)

3.4 Impact

Alle in diesem Tätigkeitsfeld bearbeiteten Themen haben einen Impact auf die landwirtschaftliche Praxis und Politik. Die Ergebnisse fliessen wie bis anhin direkt oder indirekt (publizierte Ergebnisse) bei Revisionen der Landwirtschafts-Gesetzgebung aber auch über die Beratung zu den Bewirtschaftenden in Politik und Praxis ein. Zumeist finden die Themen auch in den Medien ein sehr gutes Echo. Ein guter Teil der Ergebnisse ist auch für die Wissenschaft von grossem Interesse und lässt sich zumeist auch gut in zumeist anwendungsorientierten wissenschaftlichen Zeitschriften publizieren.



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.43.2.1

Ökobilanzierung: Ökodesign, Umweltinformation und Ressourcennutzungsstrategien

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Ökobilanzierung in der Land- und Ernährungswirtschaft: Ökodesign, Umweltinformation von Lebensmitteln und nachhaltige Ressourcennutzungsstrategien
Titel Originalsprache kurz	Ökobilanzierung: Ökodesign, Umweltinformation und Ressourcennutzungsstrategien
Titel englisch	Life Cycle Assessment in the Agri-Food Industry: Eco-design, environmental information of food products, strategies for sustainable resource use
Title english short	Life Cycle Assessment: Eco-design, environmental product information, strategies for resource use
Titre français	Analyse de cycle de vie dans le secteur agro-alimentaire: écoconception, informations environnementales et stratégies durables d'utilisation des ressources
Titre français court	Analyse de cycle de vie: écoconception, informations environnementale et stratégies durables des ressources
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Jens Lansche
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Thomas Nemecek
Keywords	Life cycle assessment, SALCA, environmental impacts, life cycle inventory, plant production systems, animal production systems, food products, farm assessment, eco-design
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	13.2 Reduktion Treibhausgas-Emissionen

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Alle Akteure entlang der Nahrungsmittelkette vom Landwirt bis hin zum Konsumenten über die Industrie und die Verteiler brauchen fundierte Informationen über positive und negative Umweltauswirkungen der aktuellen und geplanten landwirtschaftlichen Produktionssysteme sowie der Herstellung und Bereitstellung von Nahrungsmitteln. Zahlreiche gesellschaftliche Debatten (Klimastrategie, Grüne Wirtschaft usw.) lösen ähnliche Bedürfnisse bei den Behörden und NGOs aus. Die Ökobilanzierung erlaubt eine systematische, umfassende und wissenschaftlich fundierte Analyse der Umweltwirkungen von Produkten, Produktionssystemen und Ressourcennutzungsstrategien. Mit SALCA - Swiss Agricultural Life Cycle Assessment - steht allen Interessierten eine auf die Bedürfnisse der Land- und Ernährungswirtschaft angepasste Ökobilanzmethode und -datenbank zur Verfügung. Diese wird eingesetzt für das Öko-Design in der Land- und Ernährungswirtschaft, die Umweltinformation (EPD) von Lebensmitteln und die Erarbeitung nachhaltiger Ressourcennutzungsstrategien.

Der Hauptnutzen des Tätigkeitsfeldes besteht in der Bearbeitung aktueller Forschungsfragen bezüglich der Umweltwirkungen der Land- und Ernährungswirtschaft. Verschiedene Kundengruppen profitieren von den gewonnenen Erkenntnissen. Für die wissenschaftliche Gemeinschaft wird ein Erkenntnisgewinn durch die Beantwortung aktueller Forschungsfragen erzielt. Alle Akteure entlang der Nahrungsmittelkette können Ökodesign-Anwendungen in der Nahrungsmittelproduktion einsetzen. Behörden und Nichtregierungsorganisationen erhalten Grundlagen zur Entwicklung von Strategien zur Förderung von umweltfreundlichen Produktionssystemen und zur Schonung limitierter Ressourcen. Für landwirtschaftliche Produzentenorganisationen, die landwirtschaftliche Beratung und Landwirte werden Grundlagen geschaffen, die im Rahmen des Umweltmanagement von Landwirtschaftsbetrieben Verwendung finden.

Aktuell werden verschiedene Forschungsprojekte durchgeführt, um für die beteiligten Akteuren fundierte wissenschaftliche Grundlagen in den folgenden Themenbereichen zu erarbeiten: *Öko-Design für die Land- und Ernährungswirtschaft* (Projekte: SOLIBAM und CANTOGETHER) und Erarbeitung *nachhaltiger Ressourcennutzungsstrategien* (Projekt CANTOGETHER). Die geplanten Projekte und laufenden Anträge zielen auf eine Verstärkung in den Bereichen Öko-Design (Produkte wie Anbausysteme), Nutzungsstrategien (Nährstoffe und Land) und Erarbeitung von Kenntnissen zur Umweltinformation von Produkten und Produktionssystemen (FarmLife).

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Die von der Gesellschaft getriebene Förderung einer umwelt- und klimafreundlichen Landwirtschaft, sei es in Form politischer Strategien und gesetzlicher Bestimmungen des Bundes, umweltbezogener Labels und Nachhaltigkeitsstrategien von Grossverteilern und Nahrungsmittelindustrie, der individuellen Anstrengungen der Landwirte oder der Erwartungen der Konsumenten, bildet den Hintergrund der Ökobilanzforschung von Agroscope. Demzufolge hat diese zum Ziel, den betroffenen Hauptakteuren fundierte wissenschaftliche Grundlagen über folgende gesellschaftliche Themenbereiche zu erarbeiten:

- *Öko-Design für die Land- und Ernährungswirtschaft*: Die Ist-Analysen in Form von Vergleichsökobilanzen von Produktionssystemen und -verfahren oder Beurteilungen von Alternativtechniken und Verbesserungsmassnahmen bilden die Basis für eine wissenschaftlich fundierte Ausarbeitung von Planungs- und Entwicklungsprozessen und -tools. Produktionsschritte entlang der gesamten Nahrungsmittelkette bis hin zur Verkaufsstelle werden hier angesprochen, sowohl auf Stufe Produkt als auch auf Stufe Anbausystem und Betrieb.
- *Umweltinformation (EPD) von Lebensmitteln*: Erstellung von Ökopprofilen (Schwachstellen/Stärkeanalyse) und produktbezogener Indikatorwerte sowie wissenschaftliche Begleitung von Umsetzungsmassnahmen (z.B. Datenbanken, Einkaufsstrategien) im Rahmen der Strategie „Grüne Wirtschaft“ des Bundes und der freiwilligen Entwicklung umweltbezogener Label.

- *Erarbeitung nachhaltiger Ressourcennutzungsstrategien*: Beurteilung in Konkurrenz stehender Nutzungsstrategien des Agrarraums (z.B. Futterbau vs. Nahrungsmittelproduktion, Intensivierung vs. Extensivierung, Inlandproduktion vs. Import) in Bezug auf die limitierten Ressourcen Fläche, Wasser, Nährstoffe und fossile Energien.

Nach der Gründung der FG Ökobilanzen im Jahre 2000 konzentrierten sich die Forschungsarbeiten auf die Beurteilung der Umweltwirkungen von Anbausystemen im Acker- und Futterbau sowie auf jene von Landwirtschaftsbetrieben. Ab 2008 wurden beide Gebiete hauptsächlich im Rahmen internationaler Projekte weiterverfolgt, während für die Schweiz die Prioritäten auf die Tierproduktion sowie deren nachgelagerten Stufen der Nahrungsmittelkette gesetzt wurden. Dadurch wurde nicht nur ein bedeutender Erkenntnisgewinn erreicht, sondern SALCA konnte im gesamten Spektrum der Land- und Ernährungswirtschaft eingesetzt werden. Bei den Spezialkulturen bestehen jedoch noch erhebliche Wissenslücken, die durch die zukünftige Fokussierung auf diesen Themenbereich mit Drittmittelprojekten geschlossen werden sollen. Die Betrachtung muss zudem auf die der Landwirtschaft nachgelagerten Stufen ausgedehnt werden, um für die Nahrungsmittelbranche, Behörden und KonsumentInnen die entscheidungsrelevanten Kennzahlen bereitzustellen. Insbesondere die Nahrungsmittelverarbeitung und -bereitstellung sind im schweizerischen Kontext bisher wenig untersucht.

Grundsätzlich laufen die Ökobilanzanwendungen im Rahmen drittfinanzierter Projekte mit einem mehr oder weniger hohem Anteil an Eigenleistungen. Durch diese Strategie wird die kritische Grösse für eine wissenschaftlich fundierte Forschung sowie eine angemessene finanzielle Beteiligung der Nutzniesser aus Behörden und Privatwirtschaft gewährleistet. Der Einbezug von Stakeholdern garantiert nicht nur die Aktualität der Fragestellung, sondern ist für die wirkungsvolle Vermittlung des erworbenen Know-hows in die Praxis von hoher Relevanz. Da die Projekte im Bereich betriebliches Umweltmanagement einen hohen Anteil an landwirtschaftlicher Beratung beinhalten, werden sie, was diesen Aspekt anbelangt, bevorzugt im Rahmen des Konsortiums *ecobil.ch* durchgeführt.

2.2 Ziele

Das Hauptziel in diesem Tätigkeitsfeld ist die Beantwortung von konkreten Forschungsfragen im Themenfeld der Ökobilanzierung in der Land- und Ernährungswirtschaft. Ziele sind:

1. *Öko-Design für die Land- und Ernährungswirtschaft*: Erarbeitung von Grundlagen und Anwendung derselben zur Optimierung von landwirtschaftlichen Produktionssystemen und Nahrungsmitteln
2. *Erarbeitung nachhaltiger Ressourcennutzungsstrategien*: Evaluation von verschiedenen Szenarien der Land- und Ressourcennutzung bzw. der möglichst umweltfreundlichen Versorgung der Bevölkerung mit Nahrungsmitteln
3. *Umweltmanagement von Landwirtschaftsbetrieben*
4. *Umweltbeurteilung von Produktionssystemen bzw. Produkten*

Die konkrete Definition der Ziele richtet sich nach den jeweiligen Fragestellungen in jedem Projekt.

2.3 Literaturangaben

- Alig, M., F. Grandl, J. Mieleitner, T. Nemecek und G. Gaillard (2012). Ökobilanz von Rind-,Schweine- und Geflügelfleisch, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART.
- Baumgartner, D., L. d. Baan, T. Nemecek, F. Pressenda and K. Crépon (2008). Life cycle assessment of feeding livestock with European grain legumes. 6th International Conference on LCA in the Agri-Food Sector, Zurich.
- Davis, J., U. Sonesson, D. U. Baumgartner and T. Nemecek (2010). "Environmental impact of four meals with different protein sources: Case studies in Spain and Sweden." Food Research International **43**(7): 1874-1884.
- Deytieux, V., Nemecek, T., Freiermuth Knuchel, R., Gaillard, G. & Munier-Jolain, N.M., 2012. Is Integrated Weed Management efficient for reducing environmental impacts of cropping systems? A case study based on life cycle assessment. *Eur. J. Agronomy*, 36: 55-65.
- Hersener J.-L., Baumgartner D.U., Dux D., Aeschbacher U., Alig M., Blaser S., Gaillard G., Glodé M., Jan P., Jenni M., Mieleitner J., Müller G., Nemecek T., Rötheli E. & Schmid D., 2011. Zentrale

- Auswertung von Ökobilanzen landwirtschaftlicher Betriebe (ZA-ÖB) - Schlussbericht. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Zürich, 148 p.
- Köpke, U. and T. Nemecek (2010). "Ecological services of faba bean." *Field Crops Research* **115**(3): 217-233.
- Nemecek, T., D. Dubois, O. Huguenin-Elie und G. Gaillard (2011). "Life cycle assessment of Swiss farming systems: I. Integrated and organic farming." *Agricultural Systems* **104**(3): 217-232.
- Nemecek, T., O. Huguenin-Elie, D. Dubois, G. Gaillard, B. Schaller und A. Chervet (2011). "Life cycle assessment of Swiss farming systems: II. Extensive and intensive production." *Agricultural Systems* **104**(3): 233-245.
- Nemecek, T., von Richthofen, J.-S., Dubois, G., Casta, P., Charles, R. & Pahl, H., 2008. Environmental impacts of introducing grain legumes into European crop rotations. *European Journal of Agronomy*, 28: 380-393.

2.4 Daten und Methoden

FarmLife

Das Projekt FarmLife (Einzelbetriebliche Ökobilanzierung landwirtschaftlicher Betriebe in Österreich) hat zum Ziel die Einführung der Ökobilanzmethodik für Landwirtschaft in Österreich. Agroscope passt dazu die Emissionsmodelle, die Ökoinventare und das Berechnungswerkzeug aus SALCA (Swiss Agricultural Life Cycle Assessment) auf die österreichischen Gegebenheiten an. In einem zweiten Teil wertet Agroscope die Ökobilanzen von rund 100 Landwirtschaftsbetrieben in Österreich aus. Untersucht werden die Umweltwirkungen innerhalb der Betriebstypen Ackerbau, Verkehrsmilch, Veredelung und Weinbau. Innerhalb dieser Betriebstypen werden sowohl konventionell wie auch biologisch bewirtschaftende Betriebe ausgewertet. Ebenso werden die Höhenstufen berücksichtigt. Dieses Projekt wird im Auftrag des österreichischen Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft gemeinsam mit dem LFZ Raumberg-Gumpenstein durchgeführt. Es läuft bis September 2014.

CANTOGETHER

Das Ziel des Projekts CANTOGETHER (Crops and ANimals TOGETHER, EU-FP7, Projektlaufzeit bis Dezember 2015) ist es innovative, nachhaltige gemischte Bewirtschaftungssysteme zu entwickeln, um die Herausforderungen der europäischen Landwirtschaft bezüglich Ressourcennutzung zu überwinden. Die neuen gemischten Bewirtschaftungssysteme werden auf ihre Praktikabilität geprüft; eine integrierte (ökonomisch und ökologische) Auswertung wird vorgenommen. Agroscope untersucht die Erfolgsfaktoren bei Betrieben mit vergleichsweise tiefen Umweltwirkungen, evaluiert eine einzelbetriebliche und eine kollektive Biogasanlage hinsichtlich ihrer Umweltwirkungen; untersucht die ökologischen Stärken und Schwächen einer Zusammenarbeit von Berg- und Talbetrieben in der Rindviehhaltung; analysiert die Umweltwirkungen auf betrieblicher Ebene von einer Reihe von Fallstudien vor und nach Einführung einer Innovation im Bereich der gemischten Bewirtschaftungssysteme. Agroscope koordiniert das Work Package 4 zur Umweltbeurteilung (Methode, Tools, Kalkulation und Anwendung in Europa auf Betriebs-, Distrikt- und regionaler Ebene) sowie die Anwendungen im GIS-Bereich für drei Fallstudien. Zudem führt Agroscope die wirtschaftlichen Auswertungen für die Schweiz durch. Schliesslich nimmt Agroscope eine kombinierte ökonomisch-ökologische Bewertung bei vier Fallstudien vor und führt eine wohlfahrtsökonomisch fundierte Ableitung von Handlungsempfehlungen durch.

SOLIBAM

Das Ziel des Projektes SOLIBAM (Strategies for Organic and Low-input Integrated Breeding and Management, EU-FP7, Projektlaufzeit bis August 2014) ist die Verbesserung von Low-Input und Bio-Anbausystemen mittels Züchtung und verbessertem Management. Beitrag der FG Ökobilanzen von Agroscope: Anhand von ausgewählten Betrieben und Anbausystemen in mehreren europäischen Ländern (Frankreich, Italien, Portugal und Grossbritannien) werden die Potenziale zur Reduktion der Umweltwirkung und Verbesserung der Nachhaltigkeit identifiziert und die Wirkungen von entspre-

chenden Massnahmen quantifiziert. Die Betriebe produzieren hauptsächlich Getreide und Gemüse. Für die Herstellung und Lieferung von Brot an die KonsumentInnen werden mittels integrativem Design und Ökobilanz verschiedene Massnahmen zur Verbesserung der Nachhaltigkeit geprüft.

Klimaoptimierte Anpassungsstrategien in der Landwirtschaft: an der Fachhochschule Südwestfalen in Soest werden die Umweltwirkungen von drei Anbausystemen mit Ökobilanzen untersucht. Diese unterscheiden sich hinsichtlich der Fruchtfolgegestaltung, der Bodenbearbeitungsintensität und der Düngung. Das Ziel ist die Entwicklung eines hinsichtlich Klimawirkung optimierten Anbausystems, unter Berücksichtigung der Gesamtheit der Umweltwirkungen.

Weiterhin ist die **Entwicklung eines Forschungskonzepts zur nachhaltigen Nutzung beschränkter Umweltressourcen** Gegenstand von laufenden Planungen. Hierbei werden insbesondere die Umweltressourcen Land, Wasser, Energie und Biodiversität einbezogen, wobei ein Schwerpunkt auf die Graslandnutzung gesetzt wird.

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

- Projektberichte zu FarmLife und CANTOGETHER
- Peer-reviewed Paper zu ausgewählten Themen in den Projekten SOLIBAM, CANTOGETHER
- Vorträge bei wissenschaftlichen Konferenzen
- Dissertationen von Michal Kulak und Silvia Marton

3.2 Kunden

Direkt angesprochene Kundengruppen:

- Wissenschaft
- Nahrungsmittelbranche (Industrie, Grossverteiler, Restaurantketten usw.)
- Landwirtschaftliche Produzenten- und Branchenorganisationen (z.B. IP-Suisse, Arvalis, CETIOM)
- Behörden (BLW, BAFU, BFE und SECO) in der Schweiz, landwirtschaftliche und Umweltministerien und -behörden in Frankreich und Österreich

Indirekt angesprochene Kundengruppen:

- Landwirte (durch Beratung und landwirtschaftliche Produzentenorganisationen)
- KonsumentInnen (durch Medien)
- Nichtregierungsorganisationen

3.3 Nutzen

Der Hauptnutzen des Tätigkeitsfeldes besteht in der Bearbeitung aktueller Forschungsfragen bezüglich der Umweltwirkungen der Land- und Ernährungswirtschaft.

Verschiedene Kundengruppen profitieren von den gewonnenen Erkenntnissen:

- Erkenntnisgewinn für die wissenschaftliche Gemeinschaft durch die Beantwortung aktueller Forschungsfragen
- Ökodesign-Anwendungen für Nahrungsmittel für die Akteure entlang der Nahrungsmittelkette
- Strategien zur Förderung von umweltfreundlichen Produktionssystemen und Schonung limitierter Ressourcen für Behörden und Nichtregierungsorganisationen

- Grundlagen für das Umweltmanagement von Landwirtschaftsbetrieben für landwirtschaftliche Produzentenorganisationen, die landwirtschaftliche Beratung und Landwirte

3.4 Impact

Durch die Beantwortung von aktuellen Forschungsfragen in Drittmittelprojekten kann einerseits ein hoher Impact erzielt werden, da die bereitgestellten externen Mittel ein Indikator sind für die gesellschaftliche Relevanz und Aktualität der bearbeiteten Fragen. Andererseits wird durch die Durchführung der Projekte unter Beteiligung von Behörden, Akteuren der Nahrungsmittelbranche und landwirtschaftlichen Produzenten- und Branchenorganisationen eine direkte Umsetzung der Forschungsergebnisse in der Praxis ermöglicht, was den Impact zusätzlich erhöht. Die Drittmittelprojekte schaffen eine Grundlagen für:

- Umweltfreundlichere und ressourceneffizientere Produktionssysteme und Nahrungsmittel
- Schonung der limitierten Umweltressourcen
- Optimierte Nahrungsmittelversorgung der Bevölkerung
- Umweltbewusstes Konsumverhalten



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.43.2.2

Ökobilanzierung und Nachhaltigkeitsbewertung: Grundlagen

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Ökobilanzierung und Nachhaltigkeitsbewertung in der Land- und Ernährungswirtschaft: Methoden, Daten und Tools
Titel Originalsprache kurz	Ökobilanzierung und Nachhaltigkeitsbewertung: Grundlagen
Titel englisch	Life Cycle Assessment and Sustainability Assessment in the Agri-Food Sector: Methods, Data and Tools
Title english short	LCA and Sustainability Assessment: Methods, Data and Tools
Titre français	Analyse de cycle de vie et de durabilité dans le secteur agro-alimentaire: méthodes, données et outils
Titre français court	Analyse de cycle de vie et de durabilité: méthodes, données et outils
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Thomas Nemecek
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Jens Lansche
Keywords	Life cycle assessment, SALCA, environmental impacts, life cycle inventory, database, emission models, impact assessment, software tools
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	12.1 Schutz natürlicher Ressourcen

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Alle Akteure entlang der Nahrungsmittelkette vom Landwirt bis hin zum Konsumenten über die Industrie und die Verteiler brauchen fundierte Informationen über positive und negative Umweltauswirkungen der aktuellen und geplanten landwirtschaftlichen Produktionssysteme sowie der Bereitstellung von Nahrungsmitteln. Zahlreiche gesellschaftliche Debatten (Klimastrategie, Grüne Wirtschaft, usw.) lösen ähnliche Bedürfnisse bei den Behörden und NGOs aus. Die Ökobilanzierung erlaubt eine systematische, umfassende und wissenschaft-

lich fundierte Analyse der Umweltwirkungen von Produkten, Produktionssystemen und Ressourcennutzungsstrategien. Mit SALCA - Swiss Agricultural Life Cycle Assessment - steht allen Interessierten eine auf die Bedürfnisse der Land- und Ernährungswirtschaft angepasste Ökobilanzmethode und -datenbank zur Verfügung. Diese wird eingesetzt für das Öko-Design in der Land- und Ernährungswirtschaft, die Umweltinformation (EPD) von Lebensmitteln und die Erarbeitung nachhaltiger Ressourcennutzungsstrategien.

Im Tätigkeitsfeld Ökobilanz-Grundlagen wird die Ökobilanzmethodik SALCA weiterentwickelt mit dem Ziel, eine effiziente, flexible, wissenschaftlich fundierte und international anwendbare Berechnungsgrundlage für Ökobilanzen in der Land- und Ernährungswirtschaft bereitzustellen. Für die Ökobilanzmethode bedeutet dies die Konsolidierung der Methode sowie die Weiterentwicklung und Internationalisierung der Emissions- und Wirkungsabschätzungsmodelle. Bei den Ökoinventardatenbanken wird an der Erweiterung auf weitere Zweige, Technologien und Gebiete gearbeitet sowie an der Aktualisierung der Datengrundlage. Eine Neukonzeption der Ökobilanz-Berechnungswerkzeuge im Rahmen des Projektes SALCAfuture wird eine flexible, breit anwendbare, zuverlässige und effiziente Ökobilanzberechnung ermöglichen.

Zusätzlich wird an einem Bewertungssystem für die Nachhaltigkeit gearbeitet, welches alle drei Nachhaltigkeitsbereiche Umwelt, Ökonomie und Soziales, basierend auf einem Lebenszyklusansatz einbezieht.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Die von der Gesellschaft getriebene Förderung einer umwelt- und klimafreundlichen Landwirtschaft, sei es in Form politischer Strategien und gesetzlicher Bestimmungen des Bundes, umweltbezogener Labels und Nachhaltigkeitsstrategien von Grossverteilern und Nahrungsmittelindustrie, der individuellen Anstrengungen der Landwirte oder der Erwartungen der Konsumenten, bildet den Hintergrund der Ökobilanzforschung von Agroscope. Demzufolge hat diese zum Ziel, den betroffenen Hauptakteuren fundierte wissenschaftliche Grundlagen über folgende gesellschaftliche Themenbereiche zu erarbeiten:

- *Öko-Design für die Land- und Ernährungswirtschaft:* Die Ist-Analysen in Form von Vergleichsökobilanzen von Produktionssystemen und -verfahren oder Beurteilungen von Alternativtechniken und Verbesserungsmassnahmen bilden die Basis für eine wissenschaftlich fundierte Ausarbeitung von Planungs- und Entwicklungsprozessen und -tools. Produktionsschritte entlang der gesamten Nahrungsmittelkette bis hin zur Verkaufsstelle werden hier angesprochen, sowohl auf Stufe Produkt als auch auf Stufe Anbausystem und Betrieb.
- *Umweltinformation (EPD) von Lebensmitteln:* Erstellung von Ökopprofilen (Schwachstellen/Stärkeanalyse) und produktbezogener Indikatorwerte sowie wissenschaftliche Begleitung von Umsetzungsmassnahmen (z.B. Datenbanken, Einkaufsstrategien) im Rahmen der Strategie „Grüne Wirtschaft“ des Bundes und der freiwilligen Entwicklung umweltbezogener Label.
- *Erarbeitung nachhaltiger Ressourcennutzungsstrategien:* Beurteilung in Konkurrenz stehender Nutzungsstrategien des Agrarraums (z.B. Futterbau vs. Nahrungsmittelproduktion, Intensivierung vs. Extensivierung, Inlandproduktion vs. Import) in Bezug auf die limitierten Ressourcen Fläche, Wasser, Nährstoffe und fossile Energien.

Die Vielfalt der Fragestellungen, die sich stets ändernden Rahmenbedingungen sowie die unterschiedliche Priorisierung je nach Entscheidungsträger erfordern eine solide und dauer-

hafte Ökobilanzgrundlage, die in einem kohärenten Gesamtkonzept aus Emissions- und Wirkungsabschätzungsmodellen, Datenbanken und Werkzeugen für die Berechnung und Auswertung besteht. Zu diesem Zweck entwickelte ART die Ökobilanzierungsmethode SALCA (Swiss Agricultural Life Cycle Assessment), welche nach folgenden Hauptrichtlinien weiterentwickelt wird:

- Abdeckung der gesamten landwirtschaftlichen Produktion sowie der Wertschöpfungskette (inkl. Verarbeitung) bis hin zur Verkaufsstelle
- Erweiterung des geographischen Anwendbarkeitsgebiets mit Schwerpunkt auf Europa
- Gemeinsame Entwicklung von Ökoinventaren mit dem ETH-Bereich im Rahmen des Schweizer Zentrums für Ökoinventare ecoinvent, der World Food Life Cycle Database und ACYVIA
- Bereitstellung von Grundlagen für eine Integration von SALCA in Werkzeuge der Nachhaltigkeitsbeurteilung
- Neu-Konzeption der IT-Werkzeuge.

Somit enthält das Tätigkeitsfeld alle Projektaktivitäten im Zusammenhang mit der Pflege bestehender und Entwicklung neuer Emissions- und Wirkungsabschätzungsmodelle sowie Datenbanken und Berechnungswerkzeugen SALCA.

Diese Arbeiten werden erweitert durch eine Gesamt-Nachhaltigkeitsbewertung, basierend auf einem Lebenszyklusansatz.

2.2 Ziele

Oberziel: Bereitstellung einer effizienten, flexiblen, wissenschaftlich fundierten und international anwendbaren Berechnungsgrundlage für Ökobilanzen sowie einer Nachhaltigkeitsbewertungsmethode für die Land- und Ernährungswirtschaft. Dieses Oberziel gliedert sich in vier Ziele:

1. *Ökobilanz-Methode*: Konsolidierung, Weiterentwicklung und Internationalisierung der Emissions- und Wirkungsabschätzungsmodelle
2. *Ökobilanz-Daten/Ökoinventare*: Erweiterung (Sektoren der Land- und Ernährungswirtschaft, verschiedene Technologien und geographische Regionen) und Aktualisierung der Datengrundlage, Erarbeitung methodischer Grundsätze für die Umweltproduktinformation
3. *Ökobilanz-Berechnungswerkzeuge*: Neu-Konzeption der Ökobilanz-Berechnungswerkzeuge im Rahmen des Projektes SALCAfuture
4. *Nachhaltigkeitsbewertung*: Entwicklung von Nachhaltigkeitsindikatoren, basierend auf Life Cycle Thinking.

2.3 Literaturangaben

Jeanneret P., Baumgartner D.U., Knuchel R.F. & Gaillard G., 2008. A new LCIA method for assessing impacts of agricultural activities on biodiversity (SALCA-Biodiversity). In: Proceedings of the 6th International Conference on LCA in the Agri-Food Sector – Towards a sustainable management of the Food chain, Nemecek, T. & Gaillard, G. (eds.). November 12–14, 2008, Zurich. Agroscope ART, 34-39.

Koch, P. & Salou, T., 2013. Agri-BALYSE: Rapport méthodologique. ART, INRA, 319 p.

Nemecek T. & Kägi T., 2007. Life Cycle Inventories of Agricultural Production Systems. ecoinvent data V2.0 - ecoinvent report no. 15, 360 p., Available at www.ecoinvent.ch.

Nemecek T., Freiermuth Knuchel R., Alig M. & Gaillard G., 2010. The advantages of generic LCA tools for agriculture: examples SALCAcrop and SALCAfarm. In: 7th Int. Conf. on LCA in the Agri-Food Sector, Notarnicola, B. (eds.). Bari, Italy. 433-438.

Nemecek T., Weiler K., Plassmann K., Schnetzer J., Gaillard G., Jefferies D., García-Suárez T., King H. & Milà i Canals L., 2012. Estimation of the variability in global warming poten-

- tial of worldwide crop production using a modular extrapolation approach. *Journal of Cleaner Production*, 31: 106-117.
- 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.
- Roches A., Nemecek T., Gaillard G., Plassmann K., Sim S., King H. & Milà i Canals L., 2010. MEXALCA: a modular method for the extrapolation of crop LCA. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 15: 842-854.
- Weidema B P, Bauer C, Hischier R, Mutel C, Nemecek T, Reinhard J, Vadenbo C O, Wernet G., 2013. Overview and methodology. Data quality guideline for the ecoinvent database version 3. *Ecoinvent Report 1(v3)*. St. Gallen: The ecoinvent Centre

2.4 Daten und Methoden

2.4.1 Methodenentwicklung für Ökobilanzen

Emissionsmodellierung

Bei der Emissionsmodellierung sind folgende Entwicklungen vorgesehen:

Stickstoff:

- Ammoniak: Implementierung des AGRAMMON-Modells in SALCA. Dabei wird die Anwendung des Modells auf Stufe Betrieb getestet (auf Stufe Kultur ist dies bereits erfolgt). Zudem sollen neuere Erkenntnisse in die Modellierung einfließen, so dass einzelne Prozesse und Emissionsfaktoren angepasst werden. Eine Zusammenarbeit mit der HAFL wird hier angestrebt.
- Nitrat: Vergleich der Ergebnisse von SALCA-NO₃ mit dem Modell SPACSYS (Rotterdam Research) im Rahmen des EU-Projektes CANTOGETHER. Mit Hilfe dieser Analyse soll SALCA-NO₃ für typische Situationen parametrisiert werden.
- Lachgas: Vergleich der Emissionsfaktoren aus IPCC mit dem Modell SPACSYS, ggf. Verfeinerung des Modells.
- N-Modellierung insgesamt (NH₃, NO₃, N₂O, NO_x): Konsistenzprüfung der Schnittstellen der einzelnen Modelle, punktuelle Anpassungen und Ergänzungen noch fehlender Prozesse, wie Drainage bei der Nitratauswaschung und N-Abschwemmung. Stickoxide: Implementierung der Methodik aus Agri-BALYSE.

Phosphor:

- Prüfung der Parametrisierung für Agri-BALYSE, ggf. Anpassung von Parametern.
- Aktualisierung des Emissionsmodells anhand der Revision von MODDIFFUS.

Methan:

- Literaturanalyse zur Modellierung der Methanemissionen in der Tierhaltung.
- Implementierung der IPCC-Modelle für die Methanemissionen und ggf. detaillierterer Emissionsmodelle.

Kohlenstoff:

- Wahl und Implementierung eines existierenden Modells für C-Sequestrierung im Boden. Das Modell soll wichtige Bewirtschaftungsmassnahmen abbilden können und unter verschiedenen Boden-/Klimabedingungen anwendbar sein. Dabei muss auf die Konsistenz mit der Humusbilanz (Teil der Methode SALCA-Bodenqualität) gewährleistet werden.

Schwermetalle:

- Übernahme Parametern aus der Agri-BALYSE-Methodik soweit relevant

Wirkungsabschätzung

Biodiversität:

- Im Rahmen des EU-Projektes BioBio wurden umfangreiche Daten zu vier Indikator-

Organismengruppen und zahlreiche Bewirtschaftungsparameter erhoben. Die Methode SALCA-Biodiversität soll mit Hilfe dieser Daten validiert werden und ihre Anwendbarkeit auf verschiedene europäische Länder geprüft werden.

- Die bisherigen Auswertungen mit der Methode erfolgten meist bezogen auf die bewirtschaftete Fläche. Die Methodik zur produktbezogenen Auswertung soll weiterentwickelt werden.
- Eine Erweiterung der Methodik auf Spezialkulturen wird im Rahmen von Drittmittel-Projekten angestrebt.
- Prüfung der Möglichkeiten der Berücksichtigung der Methode für die aquatische Biodiversität aus der Dissertation von D. Tendall (Projekt AGWAM).

Bodenqualität:

- Fertigstellung der Implementierung und Test der Methode für das Dauer-Grasland
- Test der Methode für die Aggregation der Indikatoren zwecks Vereinfachung der Datenerhebung und Interpretation
- Die Humusbilanz ist mit der Methode für die C-Sequestrierung abzustimmen

Wasser:

- Einbau des water stress index als zusätzlichen Indikator für die Knappheit der Wasser-Ressourcen in die SALCA-Methode.

2.4.2 Ökoinventare

- Übernahme der Ökoinventare aus ecoinvent V3 und Agri-BALYSE und FarmLife in die SALCA-Datenbank: Ergänzung der SALCA-Datenbank mit Ökoinventaren zur landwirtschaftlichen Produktion aus ecoinvent V3 und aus dem Projekt Agri-BALYSE.
- Definition methodischer Grundsätze für die Erstellung von Ökoinventar-Datenbanken
- Definition methodischer Grundsätze für die Umweltproduktdeklaration (Product Category Rules, PCR)
- Beiträge zur ecoinvent-Datenbank: Erarbeitung von Richtlinien für die Erstellung von landwirtschaftlichen Ökoinventaren, Ergänzung der ecoinvent Datenbank mit Ökoinventaren zur Verarbeitungsprozessen und verarbeiteten Lebensmitteln.
- Beiträge zur World Food LCA Database (WFLDB): Das Ziel des WFLDB-Projektes ist es, eine Datenbank mit Ökoinventaren von landwirtschaftlichen Produkten (z.B. Früchte, Gemüse, Fleisch), Inputstoffen (z.B. Futtermittel, Pestizide, Düngemittel), Verarbeitungsprozessen (z.B. Ölpresen, Kochen) und verarbeiteten Nahrungsmitteln zu erstellen. Agroscope erstellt im Rahmen des Projekts rund 100 Ökoinventare, leistet einen wesentlichen Beitrag zur Erstellung des methodischen Leitfadens und führt die wissenschaftliche Kontrolle der Ökoinventare durch. Die Datenbank wird Firmen und öffentlichen Institutionen beispielsweise als Basis zur Umweltproduktdeklaration und zum Ökodesign von Nahrungsmitteln dienen.
- Beiträge zur Datenbank ACYVIA: Das Projekt ACYVIA hat zum Ziel, eine Datenbank mit Ökoinventaren zu Verarbeitungsprozessen (z.B. Filtrierung, Pasteurisierung) und verarbeiteten Lebensmitteln (z.B. Wein, Milch, Gemüsekonserven, Fleisch) zu erstellen. Agroscope erstellt im Rahmen des Projekts Ökoinventare, leistet u.a. einen wesentlichen Beitrag zur Erstellung des methodischen Leitfadens und ist verantwortlich für die wissenschaftliche Kontrolle der Ökoinventare. Die Inventare werden in Frankreich u.a. als Grundlage zur Umweltproduktdeklaration von Lebensmitteln öffentlich zur Verfügung stehen.

2.4.3 Berechnungswerkzeuge für Ökobilanzen

- Berechnungswerkzeuge: Neu-Konzeption der Ökobilanz-Berechnungswerkzeuge im Rahmen des Projektes SALCAfuture.
- Die Ziele der neu konzipierten Berechnungswerkzeuge sind:

- Effiziente, benutzerfreundliche, zuverlässige und flexible Datenerfassung
- Datenübernahme aus bestehenden Datenbanken
- Standardisierte Ökobilanzberechnung im Batch-Betrieb
- Standardisierte Auswertungen, welche einerseits wissenschaftlichen Ansprüchen genügt, andererseits aber auch kommunizierbare Ergebnisse für verschiedene Stakeholdergruppen erzeugt
- Im Rahmen des Projektes werden interne und externe Arbeiten durchgeführt. Die externen Arbeiten sind Programmierarbeiten, die im Rahmen einer WTO-Ausschreibung vergeben werden. Das Vorgehen ist hierbei: Erstellung des Pflichtenhefts inklusive Zeitplanung, Einholung der Angebote und Entscheidung, Koordination der externen und internen Arbeiten. Als interne Arbeiten werden Anpassungen an den bestehenden Berechnungswerkzeugen durchgeführt (z.B. Integration aktualisierter Emissionsmodelle).

2.4.4 Nachhaltigkeitsbewertung

- Auswahl von Nachhaltigkeitsindikatoren für die Land- und Ernährungswirtschaft: dabei werden für die Umwelt Indikatoren auf der Basis von Ökobilanzen ausgewählt, für die Bereiche Ökonomie und Soziales werden aussagekräftige Indikatoren in enger Zusammenarbeit mit den Forschungsgruppen 44.1 (Sozio-Ökonomie) und 44.2 (Betriebswirtschaft) ausgewählt. Alle Indikatoren sollen auf dem Lebenszyklusansatz basieren, d.h. auch der Landwirtschaft vorgelagerte Prozesse sowie – je nach Untersuchungsrahmen – auch die nachgelagerten Prozesse werden in die Betrachtung einbezogen.
- Für Bereiche, wo keine aussagekräftigen und anwendbaren Indikatoren zur Verfügung stehen, soll der Entwicklungsbedarf aufgezeigt und – sofern im Rahmen der verfügbaren Ressourcen möglich – fehlende Indikatoren entwickelt werden.
- Entwicklung eines Bewertungssystems für die Nachhaltigkeit. Dabei wird ein multikriterieller Ansatz verfolgt und Zielkonflikte werden explizit aufgezeigt.
- Als Untersuchungsebenen stehen Produkte, Massnahmen sowie Anbau- und Produktionssysteme in der Land- und Ernährungswirtschaft im Fokus.
- Es sollen Grundlagen für die Verknüpfung des Prognosemodells SWISSland mit SALCA erarbeitet werden.

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

- Dokumentation zu den einzelnen Methoden und Emissionsmodellen
- Dokumentationen zu den Ökoinventar-Datenbanken WFLDB, ACYVIA und ecoinvent
- Peer reviewed Paper zu ausgewählten, besonders relevanten methodischen Fragen
- Ein peer reviewed Übersichts-Paper zur SALCA-Methode
- Beiträge zu wissenschaftlichen Konferenzen
- Dissertation D. Tendall
- Wissenschaftliche Vorträge

3.2 Kunden

Die Nutzung der SALCA-Methode, der SALCA-Tools und der Datenbanken verlangt gut ausgebildete Fachleute mit entsprechenden Kenntnissen in Agronomie und Umwelt-Naturwissenschaften.

Die direkten Nutzer sind Fachleute mit Ökobilanz-Knowhow in Wissenschaft, in- und ausländische Behörden, Privatwirtschaft und NGOs.

Durch die Anwendung der in diesem Tätigkeitsfeld entwickelten Grundlagen entsteht ein hoher Nutzen für einen grossen Kundenkreis. Diese Anwendungen erfolgen im Tätigkeitsfeld Ökobilanz-Anwendungen und sind entsprechend dort beschrieben.

3.3 Nutzen

- Wissenschaftlich fundierte Methodik zur Analyse und Beantwortung wichtiger Fragen bezüglich der Umweltwirkungen der Land- und Ernährungswirtschaft (vgl. 2.1), nämlich
 - Öko-Design
 - Umweltinformation (EPD) von Lebensmitteln
 - Nachhaltige Ressourcennutzungsstrategien
- Solide Datengrundlage und effiziente Berechnungswerkzeuge für eine breite Anwendung der Ökobilanz in der Land- und Ernährungswirtschaft
- Grundlagen für die Umweltprodukt-Deklaration für die Nahrungsmittelbranche, die Behörden und die KonsumentInnen
- Grundlagen für eine Nachhaltigkeitsbewertung

3.4 Impact

- Die Ökobilanz-Anwendungen und die Anzahl Akteure im Bereich der Land- und Ernährungswirtschaft hat in den letzten Jahren sehr stark zugenommen. Nicht alle Akteure verfügen über die entsprechende Kompetenz in Agronomie, Lebensmittelwissenschaften oder Umweltwissenschaften. Deshalb ist es zentral, dass Agroscope eine standardisierte Methodik, Daten und Tools für die Ökobilanzierung in der Land- und Ernährungswirtschaft bereitstellt, um wissenschaftlich fundierte Analysen zu ermöglichen. Durch eine breite Anwendung dieser Methodik werden falsche Schlussfolgerungen vermieden.
- Die im Tätigkeitsfeld erarbeiteten Ökobilanzgrundlagen dienen dem Öko-Design für die Land- und Ernährungswirtschaft. Dadurch können umweltgerechtere Produktionssysteme auf wissenschaftlicher Basis entwickelt werden. Die systematische und analytische Vorgehensweise stellt sicher, dass die Umweltbelastungen insgesamt reduziert und nicht bloss in andere Umweltbereiche, andere Lebenszyklusphasen oder ins Ausland verlagert werden.
- Die entwickelte Methodik und die erstellten Ökoinventar-Datenbanken bilden die Grundlage für eine wissenschaftlich fundierte Umweltinformation (EPD) von Lebensmitteln. Dadurch erhalten die Behörden, die Nahrungsmittelbranche, die Produzentenorganisationen, NGOs und Konsumenten eine Entscheidungshilfe für den Einkauf, den Verkauf, die Produktion von Nahrungsmitteln, bzw. für die Agrar- und Umweltpolitik.
- Die Daten, Methoden und Berechnungswerkzeuge dienen der Erarbeitung nachhaltiger Ressourcennutzungsstrategien. Dadurch wird eine Entscheidungshilfe für Behörden, Landwirtschaft, Nahrungsmittelbranche und NGOs zur Verfügung gestellt, die durch fundierten Entscheidungen zu einer nachhaltigen Entwicklung der Schweizer Land- und Ernährungswirtschaft beitragen.
- Durch die Verknüpfung von Ökobilanzen mit ökonomischen und sozialen Indikatoren entsteht ein Bewertungssystem für die gesamte Nachhaltigkeit. Somit kann sichergestellt werden, dass Fortschritte in einem Bereich der Nachhaltigkeit nicht auf Kosten von anderen Bereichen erfolgen.



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.43.3.1

Nutzen und Risiken von Nützlingen

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Nutzen und ökologische Risiken von Makroorganismen im Pflanzenschutz
Titel Originalsprache kurz	Nutzen und Risiken von Nützlingen
Titel Französisch	Bénéfices et risques associés à l'usage de macroorganismes pour la protection des végétaux
Titel Französisch kurz	Bénéfices et risques des organismes auxiliaires
Titel englisch	Benefits and risks associated with the use of macroorganisms in plant protection
Title english short	Benefits and risks in the use of beneficials
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Collatz, Jana
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Romeis, Jörg (FGL)
Keywords	Arthropods, biodiversity, biological control, biosafety, environmental risk assessment, host range, non-target effects, pests, specificity
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	12.3 Invasive Organismen/Makroorganismen für den Pflanzenschutz

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Steigende Anforderungen an die Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Produkte, Resistenzentwicklungen gegen Insektizide und neu auftretende Schädlinge, lassen heutzutage weltweit die Nachfrage nach neuen Makroorganismen zur biologischen Schädlingsbekämpfung steigen. Um den Einsatz wirksamer und ökologisch sicherer Nützlinge auch in Zukunft zu gewährleisten untersuchen wir in der Forschungsgruppe Biosicherheit Potential und ökologische Risiken im Einsatz neuer Makroorganismen im Pflanzenschutz. Im Rahmen des Zulassungsverfahrens für Pflanzenschutzmittel beurteilen wir eingereichte Dossiers zur Zulassung von Makroorganismen im Pflanzenschutz. Für die Verbesserung der Risikoanalyse von Makroorganismen arbeiten wir an der Methodik und den internationalen Verfahren zur Regulierung von Organismen für den Pflanzenschutz. Darüber hinaus erforschen wir die Bedeu-

tung von chemischen Signalen für die Wirtsfindung und Spezifität von Nützlingen und die Bedeutung neuer trophischer Beziehungen auf den Erfolg von Nützlingen und invasiven Arthropoden. Die gewonnenen Erkenntnisse sind ein Beitrag zur nachhaltigen und ertragssicheren Landwirtschaft in der Schweiz. Sie dienen der Stärkung des biologischen Pflanzenschutzes und können so zu einer Verringerung des Einsatzes chemischer Pestizide beitragen. Sie tragen dazu bei die natürliche Ressource Biodiversität zu sichern, indem die biologische Schädlingsbekämpfung sicherer für Nicht-Zielarthropoden und die Umwelt im Allgemeinen wird.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Für die biologische Bekämpfung von Schädlingen werden in der Landwirtschaft zahlreiche Makroorganismen (Parasitoide, Prädatoren, Nematoden) eingesetzt. Einheimische Nützlinge werden in grossen Mengen gezüchtet und zur Bekämpfung eines Schädlings ausgebracht. Darüber hinaus werden exotische Organismen, entweder in grossen Mengen ausgebracht oder inokulativ mit dem Ziel der dauerhaften Etablierung und Unterdrückung der Schädlingspopulation freigesetzt. Viele Einsätze von Nützlingen bisher waren überaus erfolgreich, andere jedoch verfehlten entweder ihre Wirkung oder führten zu unerwünschten ökologischen Nebenwirkungen. Steigende Anforderungen an die Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Produkte, Resistenzentwicklungen gegen Insektizide und neu auftretende Schädlinge, lassen heutzutage weltweit die Nachfrage nach neuen Organismen zur biologischen Schädlingsbekämpfung steigen. In der Schweiz soll Nachhaltigkeit als agrarpolitisches Ziel und als Konsumentenwunsch umgesetzt werden. Auch in Projekten der Entwicklungszusammenarbeit kann die Schweiz als starker Partner Lösungen für Fragen der Ernährungssicherheit entwickeln. Um diese zukünftigen Anforderungen zu erfüllen muss Agroscope den Einsatz wirksamer und ökologisch sicherer Nützlinge gewährleisten. Die Untersuchung des Potentials und des ökologischen Risikos im Einsatz neuer Makroorganismen im Pflanzenschutz ist ein Schwerpunkt der Forschungsgruppe Biosicherheit.

Organismen zur biologischen Bekämpfung unterliegen gemäss der Pflanzenschutzmittel-Verordnung einer Bewilligungspflicht, wenn sie in den Handel gebracht werden. Im Rahmen dieses Bewilligungsverfahrens beurteilt Agroscope im Auftrag des BLW die ökologischen Risiken von Makroorganismen. Ein Hauptaspekt der Risikobeurteilung von Makroorganismen ist die Frage, ob und in welchem Umfang Nichtzielorganismen vom eingesetzten Nützlichling als Wirt oder Beute genutzt werden. Hier können Charakteristika der Nichtzielorganismen ebenso wie das Expositionsrisiko und die Präferenzen des Nützlings eine Rolle spielen. Die Untersuchung dieser Faktoren an spezifischen Fallbeispielen und die Erforschung der zugrundeliegenden Mechanismen erlaubt in Zukunft eine bessere Einschätzung des Risikos.

Für die Verbesserung der Risikoanalyse von Makroorganismen wird von Agroscope an der Methodik und den internationalen Verfahren zur Regulierung von Organismen für den Pflanzenschutz gearbeitet.

Da einheimische Nützlinge an die herrschenden Umweltbedingungen angepasst sind und im Vergleich zu exotischen Nützlingen ein geringeres Risikopotential aufweisen, können sie zur Bekämpfung neu auftretender Schädlingsarten einen wichtigen Beitrag leisten. Die gezielte Untersuchung solcher Assoziationen im Feld und im Labor kann Produzenten und Anwender mit neuen Organismen zur biologischen Schädlingsbekämpfung ausstatten.

2.2 Ziele

Oberziel:

Das generelle Ziel ist die Beurteilung der Risiken und des Nutzens von Makroorganismen für den biologischen Pflanzenschutz und die Erforschung der Faktoren, die für Effizienz und Risiko von ausgebrachten und invasiven Arthropoden eine Rolle spielen. Die Erreichung der genannten Ziele ist mehrheitlich vom Erhalt von Drittmitteln abhängig.

Konkrete Ziele sind:

1. Die Beurteilung möglicher ökologischer Risiken von Makroorganismen, die zur Bewilligung im Pflanzenschutz angemeldet werden.
2. Die Entwicklung von Methoden zur besseren Risikobeurteilung von Makroorganismen.
3. Die Abschätzung der Bedeutung alternativer Nahrungsquellen für die Etablierung und Ausbreitung exotischer Arthropoden.
4. Die Beurteilung der Auswirkungen von chemischen Signalen, die von Pflanzen sowie Wirten oder Beuteorganismen abgegeben werden auf die Spezifität von Nützlingen und die Exposition von Nichtzielorganismen.
5. Die Risikoabschätzung für den Einsatz von Nützlingen an konkreten Anwendungsbeispielen.
6. Beratung von Behörden bezüglich Nutzen und Risiken von Makroorganismen für den Pflanzenschutz, im Licht der neuen Kenntnisse, die in den laufenden Projekten erworben wurden.
7. Mitarbeit in nationalen und internationalen wissenschaftlichen Gremien und Organisationen zur aktuellen Regelung der Freisetzung von Makroorganismen im biologischen Pflanzenschutz

2.3 Literaturangaben

- Bigler F. & Kölliker-Ott U., 2006. Balancing environmental risks and benefits: a basic approach. In: Environmental impact of invertebrates for biological control of arthropods - methods and risk assessment (Eds F. Bigler, D. Babendreier & U. Kuhlmann). CABI Publishing, Wallingford, UK, 273-286.
- Aebi A., Schönrogge K., Melika G., Alma A., Biosio G., Quacchia A., et al., 2006. Parasitoid recruitment to the globally invasive chestnut gall wasp *Dryocosmus kuriphilus*. In: Galling arthropods and their associates (Eds K. Ozaki, J. Yukawa, T. Ohgushi & P. W. Price). Springer Japan, Tokyo, Japan, 103-121.
- Schooler S.S., De Barro P. & Ives A.R., 2011. The potential for hyperparasitism to compromise biological control: Why don't hyperparasitoids drive their primary parasitoid hosts extinct? Biol. Control. **58**, 167-173.
- Kogel S., Eben A., Hoffmann C. & Gross J., 2012. Influence of diet on fecundity, immune defense and content of 2-Isopropyl-3-methoxypyrazine in *Harmonia axyridis* Pallas. J. Chem. Ecol. **38**, 854-864.
- Berkvens N., Landuyt C., Deforce K., Berkvens D., Tirry L. & De Clercq P., 2010. Alternative foods for the multicoloured Asian lady beetle *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae). Eur. J. Entomol. **107**, 189-195.
- Vet L.E.M., Wäckers F.L. & Dicke M., 1991. How to hunt for hiding hosts - The reliability-detectability problem in foraging parasitoids. Neth. J. Zool. **41**, 202-213.
- Bruce T.J.A. & Pickett J.A., 2011. Perception of plant volatile blends by herbivorous insects - Finding the right mix. Phytochemistry. **72**, 1605-1611.
- Collatz J. & Dorn S., 2013. A host-plant-derived volatile blend to attract the apple blossom weevil *Anthonomus pomorum* – The essential volatiles include a repellent constituent. Pest Manag. Sci. **69**, 1092-1098.
- Gandolfi M., Mattiacci L. & Dorn S., 2003. Preimaginal learning determines adult response to chemical stimuli in a parasitic wasp. P. Roy. Soc. Lond. B. **270**, 2623-2629.

- Collatz J., Muller C. & Steidle J.L.M., 2006. Protein synthesis-dependent long-term memory induced by one single associative training trial in the parasitic wasp *Lariophagus distinguendus*. *Learn. Mem.* **13**, 263-266.
- Gandolfi M., Mattiacci L. & Dorn S., 2003. Mechanisms of behavioral alterations of parasitoids reared in artificial systems. *J. Chem. Ecol.* **29**, 1871-1887.
- Cortesero A.M. & Monge J.P. 1994. Influence of preemergence experience on response to host and host-plant odors in the larval parasitoid *Eupelmus vuilleti*. *Entomol. Exp. Appl.* **72**: 281-288.

2.4 Daten und Methoden

Zur Beurteilung möglicher ökologischer Risiken von Makroorganismen, die zur Bewilligung im Pflanzenschutz angemeldet werden, werden von den Nützlingsproduzenten bzw. den vertreibenden Firmen Dossiers eingereicht. Agroscope überprüft die Vollständigkeit der eingereichten Dokumente und evaluiert das Risikopotential aufgrund der eingereichten (ggf. nachgeforderten) Unterlagen.

Zur Untersuchung von Faktoren für die für Effizienz und Risiko von ausgebrachten und invasiven Arthropoden werden Fütterungs-, Parasitierungs- und Interaktionsversuche mit Laborzuchten und Freilandmaterial durchgeführt. Ergebnisse aus dem Labor werden im (Semi-)Feldversuch validiert. Chemische Signale werden in Verhaltensversuchen und mittels chemischer Analyseverfahren (Biotest gestützte Fraktionierung, Gaschromatographie-Massenspektrometrie) untersucht.

Das gewonnene Wissen fließt dann in die Beratung von Entscheidungsträgern bezüglich der Risikoabschätzung von Makroorganismen im Pflanzenschutz ein

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

Die Beurteilung des ökologischen Risikos von Makroorganismen im Pflanzenschutz im Rahmen des Expertensystems erfolgt mittels der Erstellung von Gutachten und Stellungnahmen. Diese werden über ein Onlinesystem (GIAPP) direkt an das BLW weitergeleitet. Wenn notwendig werden vom BLW weitere Empfänger hinzugezogen (BAFU, EFBS, Nützlingsproduzenten). Das erarbeitete Wissen aus den Forschungsprojekten wird durch wissenschaftliche Publikationen und Konferenzbeiträge innerhalb der Wissenschaftsgemeinschaft verbreitet. In Lehrveranstaltungen (ETH, ISARA Lyon) und durch die Mitarbeit in internationalen Gremien (EPPO, IOBC) wird das Wissen einem weiteren Nutzerkreis zugänglich gemacht.

3.2 Kunden

Wichtigste Kundengruppen sind die Schweizer Bewilligungsbehörden (BLW und BAFU), Europäische Regulierungsbehörden, Nützlingsproduzenten, Anwender und die Wissenschaft.

3.3 Nutzen

Bewilligungsbehörden (BLW, BAFU): Basierend auf den von uns erarbeiteten Ergebnissen können qualifizierte Entscheidungen zur Bewilligung von Nützlingen getroffen werden.

Europäische Regulierungsbehörden: Die erarbeiteten Konzepte können zur Entwicklung einer harmonisierten Europäischen Regulierung des Nützlingseinsatzes beitragen.

Nützlingsproduzenten: Aufgezeigte Potentiale können die Entwicklung neuer Nützlingsprodukte stimulieren.

Anwender: Anwender profitieren vom Erhalt neuer, sicherer Produkte.

Wissenschaft: Die gewonnenen Erkenntnisse, präsentiert in relevanten Fachzeitschriften und auf Tagungen tragen zur Beantwortung relevanter aktueller Fragestellungen bei.

3.4 Impact

Die gewonnenen Erkenntnisse sind ein Beitrag zur nachhaltigen und ertragssicheren Landwirtschaft in der Schweiz. Sie dienen der Stärkung des biologischen Pflanzenschutzes und können so zu einer Verringerung des Einsatzes chemischer Pestizide beitragen. Sie sollen zu einem erweiterten Nützlingseinsatz und zu einer Minimierung der ökologischen Risiken durch den Nützlingseinsatz in der Schweiz und im übrigen Europa führen.



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.43.3.2

Nutzen und ökologische Risiken von GVP

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Nutzen und ökologische Risiken gentechnisch veränderter Pflanzen (GVP)
Titel Originalsprache kurz	Nutzen und Risiken von GVP
Titel Französisch	Bénéfices et risques écologiques des plantes génétiquement modifiées (PGM)
Titel Französisch kurz	Bénéfices et risques des PGM
Titel Englisch	Benefits and ecological risks of genetically modified plants (GMP)
Title English short	Benefits and risks of GMP
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Meissle Michael
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Romeis Jörg (FGL)
Keywords	Biological control, biodiversity, biosafety, environmental risk assessment, genetically modified organisms, genetically engineered plants, non-target effects
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	12.4 Chancen und Risiken GVP

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Gentechnisch veränderte Pflanzen (GVP) werden auf über 10% der globalen Ackerfläche angebaut. Die aktuell verfügbaren Pflanzen sind jedoch wenig interessant für den Schweizer Markt, es ist jedoch zu erwarten, dass zukünftige Pflanzen und/oder Eigenschaften auch für die schweizerische Landwirtschaft Bedeutung erlangen. Der mögliche Beitrag von GVP für die Erreichung der agrarpolitischen Ziele der Schweiz sollte ebenfalls berücksichtigt werden. Ausserdem können durch den internationalen Handel von Agrarprodukten Bestandteile von GVP bereits heute in die Schweiz gelangen. Der Anbau von GVP hat nicht nur Auswirkungen auf die landwirtschaftlichen Produktionssysteme, sondern auch auf die Umwelt. Agroscope beurteilt Risiken, aber auch Chancen von GVP. Ein Schwerpunktthema ist dabei die Auswirkungen von GVP auf Nicht-Zielorganismen. Dabei können sowohl die pro-

duzierten transgenen Produkte, aber auch die transgene Pflanze selbst, sowie Änderungen im Anbausystem zu unerwünschten Effekten führen. Veränderte Anbaupraxis kann aber auch eine Chance für die Umwelt darstellen, wenn Pestizide eingespart oder Bodenbearbeitung reduziert werden können.

Studien zur Analyse von Chancen und Risiken von GVP werden im Labor, im Gewächshaus, in der Vegetationshalle oder im Feld durchgeführt. Im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms 59 wurde bei Agroscope die Infrastruktur und die Expertise für die Durchführung von Feldversuchen mit GVP aufgebaut. Durch die Weiterführung der Anlage als „Protected Site“ bleibt die Möglichkeit erhalten die Interaktionen von GVP mit der belebten und unbelebten Umwelt unter Freilandbedingungen zu untersuchen.

Unsere Forschungsziele beinhalten die Untersuchung und Beurteilung der Auswirkungen von GVP auf die Biodiversität und das Entwickeln von dafür geeigneten Methoden. Umweltrisiken werden im Kontext von anderen landwirtschaftlichen Tätigkeiten sowie im Kontext der agrarpolitischen Ziele der Schweiz beurteilt.

Chancen und Risiken von GVP sind ein Kernthema im thematischen Schwerpunkt Sicherung der natürlichen Ressourcen (Nummer 12). Forschungsergebnisse werden in wissenschaftlichen und praxisorientierten Zeitschriften, in öffentlichen Medien sowie auf nationalen und internationalen Konferenzen präsentiert. Wissens- und Technologietransfer im Bereich Risikoforschung erfolgt ausserdem durch die Mitarbeit in nationalen und internationalen Gremien. Die gewonnenen Erkenntnisse helfen die Risikobeurteilung sowie das Umweltmonitoring von GVP zu verbessern sowie die Debatte über GVPs zu versachlichen. Die Entscheidungsfindung in nationalen und internationalen Behörden im Bereich Regulierung und Zulassung von GVP kann durch die Anwendung unserer Werkzeuge wissenschaftlich fundiert erfolgen, was letztendlich zu verbessertem Schutz der Umwelt führt.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Gentechnisch veränderte Pflanzen (GVP) werden heute in vielen Ländern der Welt auf grossen Flächen angebaut. Im Jahr 2012 wurden weltweit 170 Millionen Hektaren (über 10% der globalen Ackerfläche) mit GVP bebaut. Eine weitere Zunahme ist auf Grund der Entwicklung von GVP mit neuen Eigenschaften (z.B. Trockentoleranz) zu erwarten. Derzeit werden in der Schweiz keine GVP kommerziell angebaut und die aktuell verfügbaren Pflanzen, v.a. Mais und Baumwolle mit Insektenresistenz, sowie Soja, Raps, Mais und Baumwolle mit Herbizidtoleranz, sind wenig interessant für den Schweizer Markt. Es ist jedoch zu erwarten, dass neue Pflanzen und/oder neue Eigenschaften in der Zukunft zur Verfügung stehen, die für die schweizerische Landwirtschaft von Bedeutung sein könnten (z.B. Phytophthora-resistente Kartoffel, Feuerbrand-resistente Apfelsorten). Der mögliche Beitrag von GVP für die Erreichung der agrarpolitischen Ziele der Schweiz, vor allem Wettbewerbsfähigkeit, Nachhaltigkeit und Versorgungssicherheit, sollte berücksichtigt werden. Ausserdem kann durch die Globalisierung der Märkte und den internationalen Handel von Agrarprodukten nicht restlos verhindert werden, dass Bestandteile von GVP bereits heute unbeabsichtigt in die Schweiz gelangen. Aus diesen Gründen muss Agroscope in der Lage sein, Chancen und Risiken von GVP beurteilen zu können. Der Anbau von GVP wird nicht nur Auswirkungen auf die landwirtschaftlichen Produktionssysteme, sondern auch auf die Umwelt haben. Es müssen Verfahren und Methoden entwickelt werden, um diese Auswirkungen erfassen und beurteilen zu können.

Mögliche Auswirkungen von GVP auf Nicht-Zielorganismen sind ein Schwerpunktthema in der Risikobeurteilung und in der Arbeit der Gruppe Biosicherheit. Ein mögliches Risiko setzt sich aus mehreren Komponenten zusammen. Einerseits können die produzierten transgenen Produkte (z.B. insektizide

Proteine aus *Bacillus thuringiensis*) selbst ein Gefährdungspotential (Toxizität) besitzen, dem ein Organismus im Feld ausgesetzt ist (Exposition). Andererseits kann die transgene Pflanze selbst sowie Änderungen im Anbausystem zu unerwünschten Effekten führen. Veränderte Anbaupraxis kann aber auch eine Chance darstellen, wenn Pestizide eingespart oder Bodenbearbeitung reduziert werden können.

Während Studien zur Toxizität in der Regel im Labor oder Gewächshaus durchgeführt werden, erfolgt die Datenerhebung zur Exposition oder zur Auswirkung von verändertem Management meist im Feld. Die Risikoanalysen können also verschiedene Labor- und Gewächshausversuche umfassen. Daneben besteht die Möglichkeit (je nach Fragestellung und GVP) Untersuchungen in der Vegetationshalle durchzuführen. Im Rahmen des Nationalen Forschungsprogramms NFP 59 wurde bei Agroscope ausserdem die Vorrichtung geschaffen und Expertise aufgebaut, um Feldversuche mit GVP durchführen zu können („protected site“). Diese Erfahrung und Infrastruktur wird erhalten und weiter entwickelt, um in der Schweiz die Möglichkeit zu haben, mit GVP unter Freilandbedingungen wichtige Erkenntnisse zu den Interaktionen der Pflanzen mit der belebten und unbelebten Umwelt zu untersuchen. Neben potentiellen Risiken kann dabei auch untersucht werden, wie sich neue GVP unter Schweizer Bedingungen verhalten. Ob und wie diese GVP für die Schweizer Landwirtschaft neue Möglichkeiten öffnen ist ebenfalls Gegenstand der Untersuchungen.

Verfahren zur Risikoanalyse werden anhand bestehenden Wissens (Literatur, Expertenmeinung) und im Rahmen von internationalen Zusammenarbeiten („Workshops“) entwickelt. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen helfen die Risikobeurteilung sowie das Umweltmonitoring von GVP zu verbessern sowie die Debatte über GVPs zu versachlichen. Dabei wird auch der mögliche Nutzen neuer GVPs diskutiert. Die Erfahrung wird genutzt, um die Politik sowie nationale und internationale Regulierungsbehörden zu beraten. Die durch Bundesgelder finanzierten Stellen werden u.a. für die Akquirierung, Koordination und Betreuung von Drittmittelprojekten eingesetzt.

2.2 Ziele

Oberziel: Das generelle Forschungsziel ist eine Beurteilung der Chancen und Risiken von GVP für die Umwelt im Allgemeinen sowie für den nachhaltigen Pflanzenbau in der Schweiz im Speziellen. Die Erreichung der Ziele wird mehrheitlich durch Drittmittel und die damit mögliche Forschung beeinflusst.

Konkrete Ziele sind:

1. Entwickeln von Verfahren und Methoden, mit denen mögliche Auswirkungen von GVP auf Nicht-Zielorganismen, Ökosysteme und deren Funktionen untersucht werden können.
2. Untersuchung und Beurteilung der Auswirkungen von GVP auf die Biodiversität, vor allem auf Nicht-Zielorganismen und biologische Prozesse, die für die Landwirtschaft von Bedeutung sind.
3. Untersuchung des Transfers und Abbaus von insektiziden Proteinen und pflanzeigenen Abwehrstoffen im Nahrungsnetz
4. Entwickeln von Kriterien um Umweltrisiken von GVP im Kontext der Risiken anderer landwirtschaftlicher Tätigkeiten wie Pflanzenschutz, Bodenbearbeitungsverfahren, etc. zu beurteilen.
5. Etablierung und Betreiben einer „Protected Site“ für die Durchführung von Freilandversuchen mit GVP.
6. Wissens- und Technologietransfer im Bereich Risikoforschung mit dem Ziel dass die gewonnenen Erkenntnisse die Risikobeurteilung sowie das Umweltmonitoring von GVP verbessern sowie die Debatte über GVPs versachlichen. Beurteilung inwiefern GVP mit den agrarpolitischen Zielen der Schweiz vereinbar sind.

2.3 Literaturangaben

- Akademien-Schweiz, 2013. Gentechnisch veränderte Nutzpflanzen und ihre Bedeutung für eine nachhaltige Landwirtschaft in der Schweiz. Akademien der Wissenschaften Schweiz, Bern. 53 S.
- Foetzki A., Winzeler M., Boller T., Felber F., Gruissem W., Keel C., Keller B., Mascher F., Maurhofer M., Nentwig W., Romeis J., Sautter C., Schmid B. & Bigler F., 2011. Freilandversuche mit gentechnisch verändertem Weizen mit Mehlauresistenz. Agrarforschung Schweiz **2**, 446-453.
- Meissle M. & Romeis J., 2009a. Insecticidal activity of Cry3Bb1 expressed in *Bt* maize on larvae of the Colorado potato beetle, *Leptinotarsa decemlineata*. Entomol. Exp. Appl. **131**, 308-319.
- Meissle M. & Romeis J., 2009b. The web-building spider *Theridion impressum* (Araneae: Theridiidae) is not adversely affected by *Bt* maize resistant to corn rootworms. Plant Biotechnol. J. **7**, 645-656.
- Meissle M., Álvarez-Alfageme F., Malone L. A. & Romeis J., 2012. Establishing a database of bio-ecological information on non-target arthropod species to support the environmental risk assessment of genetically modified crops in the EU. Supporting Publications 2012:EN-334. European Food Safety Authority (EFSA), Parma. 170 S. Zugang: <http://www.efsa.europa.eu/en/supporting/pub/334e.htm>
- NFP59, 2012. Nutzen und Risiken der Freisetzung gentechnisch veränderter Pflanzen. Programmsynthese des Nationalen Forschungsprogramms 59. Leitungsgruppe des NFP59, Bern. Zugang: http://www.vdf.ethz.ch/service/3483/3484_Nutzen-und-Risiken-der-Freisetzung-gentechnisch-veraenderter-Pflanzen_OA.pdf. 303 S.
- Romeis J., Meissle M. & Bigler F., 2006. Transgenic crops expressing *Bacillus thuringiensis* toxins and biological control. Nature Biotechnol. **24**, 63-71.
- Romeis J., Bartsch D., Bigler F., Candolfi M. P., Gielkens M. M. C., Hartley S. E., Hellmich R. L., Huesing J. E., Jepson P. C., Layton R., Quemada H., Raybould A., Rose R. I., Schiemann J., Sears M. K., Shelton A. M., Sweet J., Vaituzis Z. & Wolt J.D., 2008. Assessment of risk of insect-resistant transgenic crops to nontarget arthropods. Nature Biotechnol. **26**, 203-208.
- Romeis J., Hellmich R. L., Candolfi M. P., Carstens K., De Schrijver A., Gatehouse A. M. R., Herman R. A., Huesing J. E., McLean M. A., Raybould A., Shelton A. M. & 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., Raybould A., Bigler F., Candolfi M. P., Hellmich R. L., Huesing J. E. & Shelton A. M., 2013. Deriving criteria to select arthropod species for laboratory tests to assess the ecological risks from cultivating arthropod-resistant genetically engineered crops. Chemosphere **90**, 901-909.
- Romeis J., McLean M. A., Shelton A. M., 2013. When bad science makes good headlines: *Bt* maize and regulatory bans. Nature Biotechnol. **31**, in press.
- Sanvido O., Romeis J., Gathmann A., Gielkens M., Raybould A. & Bigler F., 2012. Evaluating environmental risks of genetically modified crops: ecological harm criteria for regulatory decision-making. Environ. Sci. & Policy **15**, 82-91.

2.4 Daten und Methoden

Daten

Die von Agroscope im Auftrag der European Food Safety Authority (EFSA) von 2010-2012 erstellte Datenbank ist die Grundlage für weiterführende Arbeiten. Einerseits werden die Daten ausgewertet um neue Erkenntnisse über die Arthropodenfauna in Europäischen Ackerkulturen zu erlangen und die Artenauswahl für Risikoanalysen zu erleichtern. Andererseits wird die Datenbank erweitert und aktualisiert. Die Datenbank ist öffentlich zugänglich (Meissle et al. 2012). Für Literaturstudien (systematische Reviews) bilden bereits publizierte Daten aus der wissenschaftlichen Literatur die Arbeitsgrundlage.

Methoden

Für die Untersuchung und Beurteilung der Auswirkungen von GVP auf Nicht-Zielorganismen werden Verfahren entwickelt und optimiert, um Arthropoden im Labor mittels Kunstdiät vergleichsweise hohe Dosen einer oral aktiven Testsubstanz (z.B. insektizides Protein) zu verabreichen.

Im Feld (Protected Site) werden einerseits die agronomischen Eigenschaften neuer GVP und deren Verhalten unter Schweizer Bedingungen, andererseits deren Auswirkungen auf Nicht-Zielorganismen untersucht. Hierfür werden Pathogene sowie Populationen von Herbivoren und Vertretern höherer trophischer Ebenen mit geeigneten Methoden (z.B. direkte Observation, Pflanzenentnahmen, Klopfbeutel, etc.) erfasst. Die im Feld gesammelten Arten werden taxonomisch bestimmt und konserviert.

Klimakammer und Gewächshausversuche dienen zur Erforschung der Weitergabe von insektiziden Proteinen (z.B. Bt Proteinen und pflanzeigenen Abwehrstoffen) in der Nahrungskette. Bt-Proteine werden mit immunologischen Verfahren (ELISA), pflanzeigene Abwehrstoffe (z.B. Terpene bei Baumwolle) mittels HPLC bestimmt.

Seit Kurzem sind insektizide GV-Pflanzen erhältlich, die den Zielschädling mittels RNA-Interferenz-Technologie ausschalten. RNA-basierte molekularbiologische Methoden werden eingesetzt, um die Doppelsträngige RNA Moleküle herzustellen sowie die Stabilität von RNA in Kunstdiät zu überprüfen.

Im Bereich Umweltauswirkungen von GVP gibt es einen grossen Pool an bereits publizierten Daten. Neue, bzw. breit abgestützte Erkenntnisse werden aus diesen Daten mittels statistischer Meta-Analysen gewonnen werden. Dies wird erreicht durch sog. „systematische Reviews“. Bei dieser Methode werden Daten gesucht, gefiltert und beurteilt in transparenter, jederzeit nachvollziehbarer und objektiver Art und Weise, die einer genauen Richtlinie folgt (Collaboration for Environmental Evidence CEE 2013, www.environmentalevidence.org).

Aufgrund der Erfahrungen, die im NFP59 mit GV Weizen gewonnen wurden, wird eine Protected Site für Feldversuche mit GVP etabliert und betrieben. Wichtiger Teil hierfür ist ein umfassendes Sicherheitskonzept, das den Schutz von Forschenden, Anwohnern und Umwelt sicherstellt.

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

Das erarbeitete Wissen wird verbreitet durch:

- wissenschaftliche Publikationen in internationalen peer-reviewed Zeitschriften, sowie in nationalen Zeitschriften (z.B. Agrarforschung Schweiz)
- Berichte zu Händen von Behörden (z.B. European Food Safety Authority EFSA)
- Organisierte Tagungen: z.B.
 - Ecological Impact of genetically modified organisms: IOBC/wprs meeting of the working group GMOs in Integrated Production, Convenor: Michael Meissle
 - International Symposium on the Biosafety of Genetically Modified Organisms (ISBGMO), Program Chair: Jörg Romeis
- Organisierte Symposien für Tagungen (z.B. Entomological Society of America), sowie Vorträge und Poster auf Tagungen.
- Beratungen mit Fachbehörden: z.B. EFSA, Belgische Regulierungsbehörde, BLW, BAFU
- Presseberichte
- Lehrveranstaltungen (Vorlesung Uni Bern, Jörg Romeis ist PD an der Uni Bern)

3.2 Kunden

Die erhobenen Daten sowie die erarbeiteten Methoden und Konzepte sind sowohl für die Wissenschaft als auch für Regierungsbehörden, Landwirte, Berater und die breite Öffentlichkeit bedeutend. Wichtige Behördenkunden beinhalten BLW, BAFU (Schweiz), EFSA (EU).

3.3 Nutzen

Öffentlichkeit: Publikation von wissenschaftlichen Fakten in öffentlichen Medien erlaubt der Öffentlichkeit sich zu Informieren (Pressemitteilungen, persönliche Gespräche mit Interessensvertretern, Interviews mit Medienvertretern, etc.)

Behörden: Konzepte, systematische Reviews (GRACE), Datenbanken (z.B. Europäische Arthropodendatenbank) und Entscheidungshilfen sind Werkzeuge, die den in- und ausländischen Behörden zur Verfügung stehen.

Wissenschaft: Publikation von Forschungsergebnissen in angesehenen Zeitschriften und Auftreten auf wichtigen Kongressen erweitert das Wissen.

Landwirtschaft: Optionen werden aufgezeigt, wie GVP auch für die Schweizer Landwirtschaft von Bedeutung sein können, um nachhaltig und umweltschonend zu produzieren.

3.4 Impact

Öffentlichkeit: Die öffentliche Diskussion um GVP wird versachlicht.

Behörden: Die Entscheidungsfindung im Bereich Risikoanalyse (Regulierung und Zulassung) von GVP kann durch die Anwendung unserer Werkzeuge wissenschaftlich fundiert erfolgen. Dies führt zu verbessertem Schutz der Umwelt (Schutzgut).

Wissenschaft: Publikation und Präsentation auf Tagungen fördern das Ansehen von Agroscope und damit generell der Schweizer Forschung im Bereich Landwirtschaft. Darüber hinaus wird der Ausbau des nationalen und internationalen Netzwerkes gefördert, das zu Kollaborationen führt, Synergien erzeugt und zu hochqualitativer Forschung führt.

Landwirtschaft: Umwelt wird durch neue Technologien geschont und Pestizide können eingespart werden.



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.43.4.1

Molekulare Mikrobielle Ökologie

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Molekulare mikrobielle Ökologie in landwirtschaftlichen Systemen
Titel Originalsprache kurz	Molekulare mikrobielle Ökologie
Titel Französisch	Écologie microbienne moléculaire dans les systèmes agricoles
Titel Französisch kurz	Écologie microbienne moléculaire
Titel Englisch	Molecular microbial ecology in agricultural systems
Title English short	Molecular microbial ecology
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Enkerli Jürg
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Widmer Franco
Keywords	Microbial diversity, microbial community structure, genetic markers, genetic profiling
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	12.1 Schutz / schonende Nutzung natürlicher Ressourcen

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

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 und deren Aktivitäten in verschiedenen Habitaten zu untersuchen und Veränderungen nachzuweisen.

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 für die Beurteilung mikrobieller Biodiversität oder ermöglichen das Erarbeiten neuer Ansätze zum Bodenschutz.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Mikroorganismen spielen eine fundamentale funktionelle Rolle in vielen Ökosystemen einschliesslich der landwirtschaftlichen Systeme. Sie sind wichtig als Pathogene von Tieren und Pflanzen, als Pflanzensymbionten, und sie sind als Primärzersetzer für den Abbau und die Mineralisierung von organischem Material im Boden verantwortlich. Zudem sind Mikroorganismen am Transport und der Zirkulation von Wasser, Nähr- und Mineralstoffen beteiligt und sie haben einen erheblichen Einfluss auf die Bodenstruktur. Eine intakte mikrobielle Gemeinschaft und die Diversität der mikrobiellen Umsetzungsprozesse und Funktionen sind wichtig für die Stabilität von landwirtschaftlichen Systemen. Sie stellen zum Beispiel wichtige Bestandteile der Bodenqualität dar (Verordnung über die Belastung des Bodens, VBBö).

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 Biostatistik Ansätzen. 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.

2.2 Ziele

1. Entwickeln von molekularbiologischen Methoden für die Detektion, Quantifizierung und Beschreibung von Mikroorganismen und deren Populationen. Diese Methoden bilden Grundlagen, die in verschiedenen INH Forschungsgruppen 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 INH internen und drittfinanzierten Forschungsprojekten, wie zum Beispiel:
 - Effekte landwirtschaftlicher Massnahmen, Nutzung und Bodenbearbeitung (z.B. Nano Technologie).
 - Effekte grossflächig eingesetzter chemischer und biologischer Schädlingsbekämpfungsmittel.

4. Erforschen der Interaktionen zwischen Mikroorganismen und Wirtsorganismen damit positive Eigenschaften von Mikroorganismen gezielt in landwirtschaftlichen Systemen genutzt oder negative Eigenschaften bekämpft werden können.

2.3 Literaturangaben

- Schneider S, Widmer F, Jacot K, Kölliker R, Enkerli J (2012) Spatial distribution of *Metarhizium* clade 1 in agricultural landscapes with arable land and different semi-natural habitats. *Applied Soil Ecology* 52: 20-28
- Meyling NV, Pilz C, Keller S, Widmer F, Enkerli J. (2012). Diversity of *Beauveria* spp. isolates from pollen beetles *Meligethes aeneus* in Switzerland. 109: 76-82
- Schneider S, Rehner SA, Widmer F, Enkerli J (2011) A PCR-based tool for cultivation-independent detection and quantification of *Metarhizium* clade 1. *J Invertebr Pathol* 108: 106-114
- Vogelgsang S, Enkerli J, Jenny E, Roffler S, Widmer F (2011). Characterization of *Fusarium poae* microsatellite markers on strains from Switzerland and other countries. *Journal of Pathology* 159: 197-200
- Fournier A, Widmer F, Enkerli J (2010). Assessing winter-survival of *Pandora neoaphidis* in soil with bioassays and molecular approaches. *Biological Control* 54:126-134
- Schneider S, Hartmann M, Enkerli J, Widmer F (2010). Fungal community structure in soils of conventional and organic farming systems. *Fungal Ecology* 3: 215-224
- Enkerli J., and Widmer F. (2010) Molecular ecology of fungal entomopathogens: molecular genetic tools and their applications in population and fate studies. *BioControl* 55: 17-37
- Frey B., Rüdert A., Widmer F. (2010). Changes in rhizosphere bacterial populations during phytoextraction of heavy metal contaminated soil with poplar. *Plant Biosystems* 144:392-395
- Oulevey C, Widmer F, Kölliker R, Enkerli J (2009). An optimized microsatellite marker set for detection of *Metarhizium anisopliae* genotype diversity on field and regional scales. *Mycological Research* 113:1016-1024
- Schneider S, Enkerli J, Widmer F (2009). A generally applicable assay for the quantification of inhibitory effects on PCR. *Journal of Microbiological Methods* 78: 351-353
- Schwarzenbach K, Enkerli, J, Widmer F (2009). Effects of biological and chemical insect control agents on fungal community structures in soil microcosms. *Applied Soil Ecology* 42: 54-62
- Fournier A, Enkerli J, Keller S, Widmer F (2008). A PCR-based tool for the cultivation-independent monitoring of *Pandora neoaphidis*. *Journal of Invertebrate Pathology* 99: 49-56
- Schwarzenbach K, Widmer F, Enkerli J (2007). Cultivation-independent analysis of fungal genotypes in soil using simple sequence repeat markers. *Applied and Environmental Microbiology* 73: 6519-6525
- Hartmann M, Fliessbach A, Oberholzer H-R, Widmer F (2006). Ranking the magnitude of crop and farmingsystem effects on soil microbial biomass and genetic structure of bacterial communities. *FEMS Microbiology Ecology* 57:378-388
- Enkerli J, Widmer F, Keller S (2004). Long-term field persistence of *Beauveria brongniartii* strains applied as biocontrol agents against European cockchafer larvae in Switzerland. *Biological Control* 29: 115-123

2.4 Daten und Methoden

Daten:

Die Daten werden im Rahmen der Teilprojekte erarbeitet. Abhängigkeiten bestehen mit der Sammlung der Proben, was in den verschiedenen Teilprojekten unterschiedlich organisiert ist.

Methoden:

Kultivieren von Bakterien und Pilzen

DNA Extraktion (Bakterien, Pilzen, Insekten, Pflanzen, Boden) und Quantifizierung

PCR

DNA Fragmentklonierung

Fragmentanalyse (Gelelektrophorese, Kapillarelektrophorese)

Sequenzierung

Datenverarbeitung und Statistik

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

Agroscope internes und Teilprojekt spezifisches Reporting

Wissenschaftliche Publikationen

Berichte

Vorträge an wissenschaftlichen Tagungen

Vorträge bei Fachverbänden, Fachgruppen und Beratungsorganen

Lehraufträge

Ausbilden von Studenten und Praktikanten

3.2 Kunden

Wissenschaft, Agroscope FGs, Fachkollegen

Industrie und Gewerbe

Behörden, Beratung und Branchenorganisationen

Landwirte

3.3 Nutzen

Wissenschaft, Agroscope FG und Fachkollegen:

Neue molekularbiologische Methoden für die Detektion, Quantifizierung und Beschreibung von Mikroorganismen und deren Populationen

Neues Wissen bezüglich der Effekte landwirtschaftlicher Massnahmen auf die Umweltmikrobiologie

Neues Wissen bezüglich der Interaktionen zwischen Mikroorganismen und Wirtsorganismen damit positive Eigenschaften von Mikroorganismen gezielt in landwirtschaftlichen Systemen genutzt oder negative Eigenschaften bekämpft werden können

Industrie und Gewerbe:

Basis für neue Biokontrollprodukte

Behörden, Beratung und Branchenorganisationen:
Entscheidungsgrundlagen zur Beurteilung mikrobieller Biodiversität
Neue Ansätze zum Bodenschutz

Landwirte:
Neue Ansätze zur Hemmung schädlicher Mikroorganismen oder Nutzung und Förderung mikrobiellen
Antagonisten

3.4 Impact

Erhalten und fördern der Biodiversität
Umweltschonung durch Reduktion von Pestiziden
Ökonomischer Nutzen durch neue Produkte oder Ansätze zur Regulierung von Schadorganismen
Neue Ansätze für die Beurteilung der Bodenqualität



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.43.4.2

Molekulare Pflanzenökologie

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Genetische Charakterisierung von Pflanzenpopulationen und Pflanzen-Pathogen Interaktionen in Grasland-Ökosystemen
Titel Originalsprache kurz	Molekulare Pflanzenökologie
Titel Französisch	Caractérisation génétique des populations végétales et des interactions plantes-pathogènes dans les écosystèmes des herbages
Titel Französisch kurz	Écologie moléculaire des plantes
Titel Englisch	Genetic characterization of plant populations and plant-pathogen interactions in grassland ecosystems
Title english short	Molecular plant ecology
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Roland Kölliker
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Franco Widmer
Keywords	Genetic diversity, plant-pathogen interactionm, molecular markers, marker assisted selection
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	12.1 Schutz/Nutzung natürlicher Ressourcen

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Pflanzenpopulationen entstehen durch die komplexe Interaktion zwischen den genetischen Eigenschaften einzelner Pflanzen und Umweltfaktoren wie Bewirtschaftung, Krankheitserregern oder Nähr- und Schadstoffen und bilden einen wichtigen Bestandteil der funktionellen Biodiversität in Grasland-Ökosystemen. Kenntnisse der genetischen Basis sind notwendig, um einerseits optimal an spezifische Umweltbedingungen angepasste Pflanzen auswählen zu können und um andererseits die Funktion von Pflanzen in ihren Habitaten besser zu verstehen. Resistenz und / oder Toleranz gegenüber Pathogenen ist eines der wichtigsten Zuchtziele in der Futterpflanzenzüchtung. Um die genetischen Grundlagen der Resistenz zu erforschen, ist eine detaillierte Kenntnis sowohl der Pathogene als auch der Interaktion zwischen Wirtspflanzen und Pathogenen unabdingbar.

Die Erhaltung und Förderung der Biodiversität, nicht nur zwischen den Arten, sondern auch innerhalb einzelner Arten und Populationen, ist ein integraler Bestandteil naturnaher Landwirtschaft (Kyoto Pro-

tokoll). Ein besseres Verständnis der genetischen Diversität innerhalb und zwischen Pflanzenpopulationen ermöglicht es, Massnahmen für die Erhaltung der Biodiversität auf der ersten Stufe (innerhalb von Arten und Populationen) zu ergreifen und die Stabilität von Ökosystemen zu fördern. Eine gemeinsame Betrachtung von genetischer Diversität und Umweltfaktoren (landscape genomics) ist daher unerlässlich. Die Schwerpunkte dieses Tätigkeitsfeldes liegen in der Charakterisierung der Futterpflanzen-Pathogen Interaktionen mit Schwerpunkt Raigras und Bakterienwelke, der Entwicklung von molekularen Markern als Grundlage für die markerunterstützte Züchtung von Futterpflanzen mit Schwerpunkt Raigras und Esparsette und der molekulargenetischen Charakterisierung der genetischen Ressourcen ausgewählter Futterpflanzen und von Pflanzenpopulationen in unterschiedlichen Habitaten und unter unterschiedlicher Bewirtschaftung.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Pflanzenpopulationen entstehen durch die komplexe Interaktion zwischen den genetischen Eigenschaften einzelner Pflanzen und Umweltfaktoren wie Bewirtschaftung, Krankheitserregern oder Nähr- und Schadstoffen und bilden einen wichtigen Bestandteil der funktionellen Biodiversität in Grasland-Ökosystemen. Kenntnisse der genetischen Basis sind notwendig, um einerseits optimal an spezifische Umweltbedingungen angepasste Pflanzen auswählen zu können und um andererseits die Funktion von Pflanzen in ihren Habitaten besser zu verstehen. Mit phänotypischen Beobachtungen können die genetischen Eigenschaften aufgrund der komplexen Interaktionen nur indirekt erfasst werden. Molekulargenetische Methoden erlauben es hingegen, genetische Eigenschaften unabhängig von Umwelteinflüssen zu bestimmen.

In der konventionellen Futterpflanzenzüchtung erfolgt die Selektion hauptsächlich aufgrund phänotypischer Beobachtung. Molekulare Marker haben das Potential, den Züchtungsprozess zu unterstützen und die Züchtung optimal angepasster Sorten effizienter und sicherer zu gestalten. Bei der markerunterstützten Züchtung handelt es sich um eine auch im biologischen Landbau akzeptierte Technologie. Resistenz und / oder Toleranz gegenüber Pathogenen ist eines der wichtigsten Zuchtziele in der Futterpflanzenzüchtung. Um die genetischen Grundlagen der Resistenz zu erforschen, ist eine detaillierte Kenntnis sowohl der Pathogene als auch der Interaktion zwischen Wirtspflanzen und Pathogenen unabdingbar.

Die Erhaltung und Förderung der Biodiversität, nicht nur zwischen den Arten, sondern auch innerhalb einzelner Arten und Populationen, ist ein integraler Bestandteil naturnaher Landwirtschaft (Kyoto Protokoll). Ein besseres Verständnis der genetischen Diversität innerhalb und zwischen Pflanzenpopulationen ermöglicht es, Massnahmen für die Erhaltung der Biodiversität auf der ersten Stufe (innerhalb von Arten und Populationen) zu ergreifen und die Stabilität von Ökosystemen zu fördern. Die genetische Diversität wird stark von Umweltfaktoren beeinflusst. So können zum Beispiel Landschaftsstrukturen die Windverbreitung von Pollen stoppen oder die intensive Bewirtschaftung mit frühem Schnittzeitpunkt das Versamen von spät blühenden Arten verhindern. Eine gemeinsame Betrachtung von genetischer Diversität und Umweltfaktoren (landscape genomics) ist daher unerlässlich.

2.2 Ziele

1. Charakterisierung der Futterpflanzen-Pathogen Interaktionen mit Schwerpunkt Raigras und Bakterienwelke
2. Entwicklung von molekularen Markern als Grundlage für die markerunterstützte Züchtung von Futterpflanzen mit Schwerpunkt Raigras und Esparsette
3. Molekulare Charakterisierung der genetischen Ressourcen ausgewählter Futterpflanzen als Grundlage für die Futterpflanzenzüchtung und die Erhaltung der genetischen Diversität
4. Genetische Charakterisierung von Pflanzenpopulationen in unterschiedlichen Habitaten und unter unterschiedlicher Bewirtschaftung

2.3 Literaturangaben

- Wichmann F, Vorhölter F-J, Hersemann L, Widmer F, Blom J, Niehaus K, Reinhard S, Conradin C, Kölliker R (2013) The non-canonical type III secretion system of *Xanthomonas translucens* pv. *graminis* is essential for forage grass infection. *Mol Plant Pathol* 14:576-588
- Walter A, Studer B, Kölliker R (2012) Advanced phenotyping offers opportunities for improved breeding of forage and turf species. *Annal Bot* 110:1271-1279
- Bartoš J, Sandve SR, Kölliker R, Kopecký D, Němcová P, Stočes S, Kilian A, Rognli OA, Doležel J (2011) Genetic mapping of DArT markers in the *Festuca-Lolium* complex and their use in freezing tolerance association analysis. *Theor Appl Genet* 122:1133-1147
- Wichmann F, Asp T, Widmer F, Kölliker R (2011) Transcriptional responses of Italian ryegrass during interaction with *Xanthomonas translucens* pv. *graminis* reveal novel candidate genes for bacterial wilt resistance. *Theor Appl Genet* 122:567-579
- Wichmann F, Müller Hug B, Widmer F, Boller B, Studer B, Kölliker R (2011) Phenotypic and molecular genetic characterization indicate no major race-specific interactions between *Xanthomonas translucens* pv. *graminis* and *Lolium multiflorum*. *Plant Pathol* 60:314-324
- Studer B, Kölliker R, Muylle H, Asp T, Frei U, Roldán-Ruiz I, Barre P, Barth S, Skøt L, Armstead IP, Dolstra O, Roulund N, Nielsen KK, Lübberstedt T (2010) EST-derived SSR markers used as anchor loci for the construction of a consensus linkage map in ryegrass (*Lolium* spp.) *BMC Plant Biol* 10:177
- Kopecky D, Bartos J, Lukaszewski AJ, Baird JH, Cernoch V, Kölliker R, Rognli OA, Blois H, Caig V, Lübberstedt T, Studer B, Dolezel J, Kilian J (2009) Development and mapping of DArT markers within the *Festuca-Lolium* complex. *BMC Genomics* 10:473
- Isobe S, Kölliker R, Hisano H, Sesamoto S, Wada T, Klimenko I, Okumura K, Tabata S (2009) Construction of a consensus linkage map and genome-wide polymorphism analysis of red clover. *BMC Plant Biology* 9:57

2.4 Daten und Methoden

Daten:

Die benötigten Daten werden im Rahmen der einzelnen Teil- und Dissertationsprojekte erarbeitet. Abhängigkeiten bestehen mit der Bereitstellung von Pflanzenmaterial durch die beteiligten Forschungsgruppen (v.a. Futterpflanzenzüchtung), mit der Datenanalyse mit externen Partnern (Aarhus University, Universität Bielefeld).

Methoden:

Phänotypische Charakterisierung von Pflanzenpopulationen im Feld und im Gewächshaus durch Messen von agronomischen Merkmalen und der Durchführung von Inokulationsversuchen

Molekulargenetische Charakterisierung von Pflanzen und (pathogenen) Mikroorganismen durch DNA Extraktion, Quantifizierung, PCR, Fragmentanalyse, Sequenzanalyse und Genomsequenzierung

Datenanalyse: Bioinformatik, Kopplungs- und QTL analyse

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

- Agroscope internes und Teilprojekt spezifisches Reporting

- Wissenschaftliche Publikationen
- Berichte
- Vorträge an wissenschaftlichen Tagungen
- Vorträge bei Fachverbänden, Fachgruppen und Beratungsorganen
- Lehraufträge
- Ausbilden von Studenten und Praktikanten

3.2 Kunden

- Wissenschaft und Fachkollegen (Wissenschaftliche Publikationen)
- Pflanzenzüchter (molekulargenetische Werkzeuge)
- Bauern (indirekt durch verbesserte Sorten)
- Behörden und Beratung (Berichte, wissenschaftliche Studien)

3.3 Nutzen

Die aus der Forschung in diesem Projektfeld stammenden Resultate bilden die Grundlage für eine produktive, nachhaltige Graslandwirtschaft. Die erarbeiteten Werkzeuge und Erkenntnisse tragen substantiell zu einer effizienten Futterpflanzenzüchtung bei. Die wissenschaftlichen Publikationen bilden im In- und Ausland einen wichtigen Beitrag zum wissenschaftlichen Fortschritt auf diesem Gebiet. Es werden die wissenschaftlichen Grundlagen für markerunterstützte Züchtung und die Beurteilung der Bedeutung der genetischen Vielfalt von Pflanzenpopulationen erarbeitet. Diese Grundlagen sind der wissenschaftlichen Gemeinschaft und den Pflanzenzüchtern direkt von Nutzen und können indirekt, durch die Verfügbarkeit von verbesserten Sorten von den Bauern genutzt werden. Erkenntnisse aus der Erforschung der Bedeutung der Genetischen Diversität für die Anpassungsfähigkeit von Pflanzenpopulationen können von Behörden und Beratern für die Entwicklung von Richtlinien und Empfehlungen über den Umgang mit genetischen Ressourcen genutzt werden.

3.4 Impact

Die Projektergebnisse führen mittelfristig zu einer Effizienzsteigerung im Züchtungsprozess und zu einer Verkürzung der Zeit, die für die Sortenentwicklung benötigt wird. Die durch diese Forschung ermöglichte Verbesserung der Sorten führt indirekt zu einer Ertragssteigerung beim Landwirten und zu einer optimalen Ausnutzung vorhandener genetischer Ressourcen.



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.44.1.1

Analyse gesellschaftlicher Makrostrukturen

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Analyse gesellschaftlicher Makrostrukturen
Titel Originalsprache kurz	Makrostrukturen
Titel französisch	Analyse sociale des macro-structures
Titre französisch kurz	Macro-structures
Titel englisch	Analysis of social macro-structures
Title english short	Macro-structures
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Ali Ferjani
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Gabriele Mack
Keywords	Markets, modelling, agricultural policy, Switzerland
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	15.4 Weiterentwicklung Rahmenbedingungen: Gemeinwohlorientierte Empfehlungen zur Weiterentwicklung der Rahmenbedingungen für die Land- und Ernährungswirtschaft

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Die politischen Rahmenbedingungen für die Schweizer Landwirtschaft verändern sich seit einigen Jahren grundlegend. Weitere bedeutende Änderungen stehen unter anderem mit der Reform der Agrarpolitik AP 2014-17 und der laufenden WTO-Runde bevor. Zur Analyse und Prognose dieser sich ändernden Rahmenbedingungen sind im Tätigkeitsfeld "Analyse gesellschaftlicher Makrostrukturen" drei Projekte geplant:

- Quantitative politisch-ökonomische Analyse der AP 2014-17: Dieses Projekt beinhaltet Fragestellungen, die durch das BLW an Agroscope herangetragen werden. Insbesondere interessieren da-

bei die Auswirkungen des neuen Direktzahlungssystems auf Agrarstruktur, Bodennutzung und Einkommen, was mit Hilfe des Optimierungsmodells SWISSland prognostiziert wird. Andere aktuelle Fragestellungen sollen ebenfalls quantitativ beantwortet werden, wie die Auswirkungen der Agrarpolitik auf die Kantone oder die Kosten und Nutzen verschiedener Labels.

- Marktanforderungen und Wettbewerbsstrategien: Durch die zukünftige Verknüpfung der beiden Agrarsektormodelle SWISSland/ART-Marktmodell und CAPRI liefert das Projektfeld Erkenntnisse zu den Auswirkungen von sich ändernden Rahmenbedingungen auf Angebot, Nachfrage und Preise im Schweizer Agrarsektor. Bei einem Abschluss eines aussenhandelspolitischen Übereinkommens wird diese Fragestellung wieder verstärkt in den Fokus des Interesses rücken. Im Rahmen des Arbeitsprogramms 2014-2017 soll zumindest eine Auslegeordnung für mögliche Lösungsansätze erarbeitet werden. Im Rahmen dieses Projekt wird auch die Modellierung des Schweizer Biomarktes in SWISSland weiterentwickelt.
- Ökonomische Modelle und Analysen: Die Forschungsgruppe Sozioökonomie entwickelt und unterhält die drei methodisch eigenständigen Modellsysteme SWISSland/ART-Marktmodell, CAPRI und DDSS-ESSA (Distributed Decision Support Systems), die in der Politikberatung und für die Ernährungssicherung in Krisenzeiten eingesetzt werden. Ziel des Projekts sind Unterhalt und Weiterentwicklung dieser Modellsysteme: Aktualisierung der Datenbasis (Daten- und Softwareupdate) und an die Fragestellungen angepasste methodische Erweiterungen. Diese umfassen bezüglich SWISSland insbesondere den Faktoraustausch zwischen Betrieben und die Modellierung ökologischer Parameter (z.B. Nährstoffbilanzen, Treibhausgasemissionen).

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Im Schweizer Agrarsektor ist weiterhin mit bedeutenden Änderungen der Rahmenbedingungen zu rechnen. Der Grenzschutz ist umstritten und es ist unsicher, wie lange sich dieser gegen den äusseren wie auch den inneren Druck noch in der heutigen Höhe aufrecht erhalten lässt. Dementsprechend besteht in Politik und Wissenschaft ein erhöhter Bedarf, die Auswirkungen von Reformen mit Hilfe modellgestützter Politikanalysen zu quantifizieren. Aus sozioökonomischer Sicht sollte darüber hinaus das Verständnis der Kausalitäten, die abhängig von soziologischen und ökonomischen Gegebenheiten sind, verbessert werden, um gefestigte Grundlagen für politische Entscheidungen zu schaffen. Dabei müssen solche Kausalzusammenhänge sowohl im Mikrobereich, d.h. auf der Ebene des landwirtschaftlichen Betriebs, als auch im gesamtsektoralen Makrobereich gefunden werden. Im laufenden Arbeitsprogramm soll dabei besonders intensiv an einer Verknüpfung soziologischer und ökonomischer Perspektiven gearbeitet werden. Komplexe Fragestellungen dieser Art erfordern den Einsatz von Modellen, die auf unterschiedliche Entscheidungsebenen (Mikro-, Meso- und Makroebene) ausgerichtet sind und z.T. interaktiv angewendet werden.

2.2 Ziele

Im Tätigkeitsfeld werden folgende Ziele verfolgt:

1. Quantitative polit-ökonomische Analyse der AP 2014-17
 - 1.1 Die Auswirkungen der AP 2014-17 und von vorgeschlagenen handelspolitischen Szenarien sind prognostiziert
 - 1.2 Erste Evaluation des neuen Direktzahlungssystems
 - 1.3 Analyse der Auswirkungen der Agrarpolitik auf die Kantone
 - 1.4 Die Kosten und der gesellschaftliche Nutzen von Labels sind quantifiziert

- 1.5 Die neutrale Qualitätsbeurteilung von Fleisch ist evaluiert.
- 2. Marktanforderungen und Wettbewerbsstrategien
 - 2.1 Das Grenzschutzsystem für Getreide ist beurteilt und die Bedeutung nicht-tarifärer Handelshemmnisse ist quantifiziert.
 - 2.2 Die Auswirkungen von Grenzöffnungen sind sowohl global als auch binational evaluiert.
 - 2.3 Die Einflussfaktoren auf die Nachfrage von Bioprodukten sind ermittelt.
 - 2.4 Die Transmissionen von Preisen und Wechselkursänderungen sind analysiert.
- 3. Ökonomische Modelle und Analysen
 - 3.1 Weiterentwicklungen von SWISSland (Update,...)
 - 3.2 Faktoraustausch zwischen Betrieben
 - 3.3 Ernährungssicherungssystem DDSS-ESSA

2.3 Literaturangaben

- CALABRESE, C., MACK, G. & MANN, S., 2011. Ex-ante-Analyse der Politikinstrumente für die Sömmerungsgebiete in der Schweiz mittels Multiagentenmodells. Schlussbericht des Moduls 8 des AlpFUTUR-Teilprojekts 13, Politikanalyse. Tänikon, 8356 Ettenhausen: Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART.
- FERJANI, A., 2013. Modeling the impact of the AP14-17 agricultural policy reform on the exit/entry of Swiss farmers in the organic sector: Coupling between Bayesian Network and Swiss agent-based modeling. Paper prepared for presentation at the 133rd EAAE Seminar "Developing Intergrated and Reliable Modeling Tools for Agricultural and Environmental Policy Analysis".Chania, Greece, 15-16 June, 2013.
- FERJANI, A., REISSIG, L. & MANN, S., 2010. Ein- und Ausstieg im Biolandbau. ART-Schriftenreihe. Tänikon, Schweiz: Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART.
- MACK, G. & HOOP, D., 2013. Modeling of structural change related shifts in labor input in the agent-based sector model SWISSland. Paper prepared for presentation at the 133rd EAAE Seminar "Developing Intergrated and Reliable Modeling Tools for Agricultural and Environmental Policy Analysis".Chania, Greece, 15-16 June, 2013.
- MACK, G., et al., 2013. Transfer of entitlements for single farm payments within farm succession. Impact on structural change and on rental prices in Switzerland. Bio-based and Applied Economics.
- MACK, G., et al., Year. Farm entry policy and its impact on structural change analysed by an agent-based sector model. In: EAAE 2011 Congress Change and Uncertainty Challenges for Agriculture, Food and Natural Resources, August 30 to September 2, 2011 2011 ETH Zurich, Switzerland. EAAE.
- MANN, S., Ferjani, A. et al., 2013. Wie sähe ein Bioland Schweiz aus? Agrarforschung Schweiz, 4(4).
- MANN, S., et al., 2012. What impact will the rearrangement of animal-related direct payments have? Agrarforschung Schweiz, 3(6), pp.284–291.
- MÖHRING, A., MACK, G. & WILLERSINN, C., 2012. Gemüseanbau – Modellierung der Heterogenität und Intensität. Agrarforschung Schweiz, 3(7-8), pp.382-389.
- MÖHRING, A., et al., 2011. Modellierung von Hofübernahme- und Hofaufgabeentscheidungen in agentenbasierten Modellen. Yearbook of Socioeconomics in Agriculture 2011, pp.163-188.
- MÖHRING, A., et al., 2010a. Multidisziplinäre Agentendefinitionen für Optimierungsmodelle. Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e.V., 45, pp.329-340.
- MÖHRING, A., et al., 2010b. Modelling structural change in the agricultural sector - an agent-based approach using FADN data from individual farms. Paper prepared for presentation at the 114th EAAE Seminar 'Structural Change in Agriculture'. Berlin, Germany.
- ZIMMERMANN, A., et al., 2011. Die Auswirkungen eines weiterentwickelten Direktzahlungssystems : Modellberechnungen mit SILAS und SWISSland. ART-Bericht.

2.4 Daten und Methoden

Die in den Zielen beschriebenen ökonomischen Analysen erfolgen mit den weiterentwickelten Modellen SWISSland, ART-Marktmodell und CAPRI sowie ergänzenden ökonometrischen Modellen. Folgende Datengrundlagen werden hauptsächlich verwendet:

- Die Datenpflege und -aktualisierung von SWISSland erfolgt hauptsächlich anhand der verfügbaren Referenzbetriebe (ZA-Betriebe) des Datenpools der „Zentralen Auswertung von Buchhaltungsergebnissen“ von Agroscope Tänikon. Für das ART-Marktmodell und DDSS-ESSA werden weitere Statistiken verwendet (z.B. Swiss-Impex).
- Betriebszählungs- und AGIS-Daten werden für die Grundgesamtheit aller Betriebe der Schweiz herangezogen.
- Zeitreihen von Aussenhandels- und Marktbeobachtungsdaten stehen von Swiss-Impex bzw. BLW zur Verfügung.
- Für die einzelbetrieblichen Analysen werden die Modelle mit den an ART vorhandenen Datengrundlagen (Preisbaukasten, Arbeitsvoranschlag, Maschinenkostenkatalog) erweitert
- Fragestellungen hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit und Modellierung des Schweizer Biomarktes werden mit den Haushaltsbudgeterhebungen (HABE) durchgeführt.

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

- Wissenschaftliche Begleitgruppe des BLW für Modellrechnungen: Berichterstattung durch Modell-dokumentation.
- Scientific Community (Peer reviewed papers, Agrarforschung, Publikation in wissenschaftlichen Zeitschriften, Vorträge an wissenschaftlichen Tagungen)
- Bundesamt für wirtschaftliche Landesversorgung, BWL

3.2 Kunden

- Firmen, Lehre und Beratung, Organisationen, Produzenten, Verwaltung
- Bundesamt für wirtschaftliche Landesversorgung, BWL
- Bundesamt für Landwirtschaft, BLW
- Internationale wissenschaftliche Community

3.3 Nutzen

Im Rahmen dieses Tätigkeitsfeldes entwickelt und unterhält die Forschungsgruppe Sozioökonomie die drei methodisch eigenständigen Modellsysteme, SWISSland/ART-Marktmodell, CAPRI und DDSS-ESSA (Distributed Decision Support Systems), die in der Politikberatung und der Ernährungssicherung in Krisenzeiten eingesetzt werden. In die Reformphasen AP2014-17 benötigen agrarpolitische Entscheidungsträger in Politik und Verwaltung ein Informationssystem, das die Auswirkungen alternativer agrarpolitischer Massnahmen auf die Wertschöpfung der Landwirtschaft, die Umweltwirkung und die Bundesausgaben für Direktzahlungen und Preis-/Absatzsicherung prognostiziert. Die Lehre und Beratung sowie die landwirtschaftliche Praxis benötigen Empfehlungen zu betrieblichen Strategien, um sich bei wichtigen Entscheidungen zur Betriebsentwicklung auf künftige Rahmenbedingungen einstellen zu können.

3.4 Impact

Eine Politik, die auf kausalen Beziehungen, die gut erforscht sind, aufbauen kann, kann fortwährend verbessert werden. Dies wiederum führt zu einer besseren Allokation öffentlicher Mittel und zu entsprechend besseren Qualitäten öffentlicher Güter und zu Einsparpotenzialen.



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.44.1.2

Soziale Dimension

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Soziale Dimension in der Landwirtschaft
Titel Originalsprache kurz	Soziale Dimension
Titel englisch	Social Dimension in Agriculture
Title english short	Social Dimension
Titel französisch	Dimension sociale de l'agriculture
Titel französisch kurz	Dimension sociale
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Christine Jurt
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Ruth Rossier
Keywords	Rural sociology, family farming, livelihood, structural change, gender, climate change, risk perception, social sustainability
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	„Erwerbspotenziale und soziale Strukturen: Aufzeigen und Überprüfung neuer Erwerbspotenziale, Analyse veränderter sozialer Strukturen im Agrarbereich“

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

In diesem Tätigkeitsfeld liegt der Fokus auf der sozialen Dimension der Nachhaltigkeit. Dabei geht es um unterschiedliche Herausforderungen, denen der landwirtschaftliche Betrieb in der Vergangenheit, aktuell und in der Zukunft ausgesetzt ist. Ein Beispiel ist die Fragestellung nach betrieblichem Wachstum, das für die Organisation und die Rentabilität des Betriebs neue Fragen aufwirft, ein anderes der schleichende Klimawandel, der für die natürlichen Produktionsprozesse entscheidend werden kann. Bei all diesen Fragen stehen dabei der Haushalt und seine Mitglieder als soziales Ordnungssystem im methodischen Fokus. Zur Analyse wird eine adäquate Kombination aus quantitativen und qualitativen Methoden eingesetzt.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

In der Forschung für eine nachhaltige Landwirtschaft muss auch die bisher meist stark vernachlässigte soziale Dimension verstärkt aufgenommen werden. Agrarpolitischer sowie gesellschaftlicher Wandel sind Rahmenbedingungen, die mit grossen Herausforderungen - für die landwirtschaftlichen Betriebe, die Bevölkerung in der Landwirtschaft sowie auch ländlichen Räume - verbunden sind.

Im Tätigkeitsfeld „Soziale Dimension in der Landwirtschaft“ geht es darum, ein besseres Verständnis des Zusammenspiels von sozialen, ökonomischen, kulturellen und politischen Determinanten im Agrarbereich zu entwickeln. Im Zentrum steht dabei eine ganzheitliche Sicht der Akteurinnen und Akteure in der Landwirtschaft, die über die landwirtschaftlichen Betriebe hinausgeht. Der Einbezug ihrer Sichtweisen macht es möglich, ihre Handlungsstrategien im Hinblick auf die Entwicklung und der Resilienz der Betriebe besser zu verstehen und gegebenenfalls Massnahmen einleiten zu können.

Einerseits sollen im Tätigkeitsfeld „soziale Dimension in der Landwirtschaft“ solide Entscheidungsgrundlagen für die Beratung, Politik und Praxis geschaffen werden, andererseits sollen aber auch die Lebensverhältnisse der Akteurinnen und Akteure beleuchtet werden und Forschungslücken geschlossen werden.

2.2 Ziele

2.2.1 Ziel 1: Das Thema der Entwicklung und Resilienz der bäuerlichen Familienbetriebe wurde bearbeitet und folgende Schwerpunkte berücksichtigt:

1. Chancen und Grenzen des Wachstums (qualitatives, internes und externes Wachstum) sind untersucht
2. Risikowahrnehmungen auf den Familienbetrieben sind als wichtige Grundlage für das Risikomanagement im Hinblick auf die Familie und den Betrieb analysiert
3. Rolle familienfremder Arbeitskräfte in der Landwirtschaft sind untersucht (Projektbegleitung BLW)
4. Ausserfamiliale Hofnachfolge (Folgeprojekt der familieninternen Hofnachfolge) ist aufgezeigt
5. Soziale Strukturen in der Landwirtschaft (z.B. Generationenbeziehungen (AgriGenre, binationale Partnerschaften)
6. Co-Produktion von Wissen in der Landwirtschaft (Wissenschaft, Beratung, Praxis) im Anpassungsprozess an den Klimawandel ist untersucht und der Beitrag von lokalem Wissen zur Anpassung wie auch der Stärkung von Resilienz analysiert (Antrag in Zusammenarbeit mit der Universität Zürich und Agridea)
7. Die Auswirkungen von Beratung auf die Entwicklung des landwirtschaftlichen Unternehmens sind bekannt.
8. Der Handel zwischen den Betrieben ist quantifiziert und bezüglich seiner sozialen Ausgestaltungsformen adäquat beschrieben.“
9. Der Prozess der landwirtschaftlichen Betriebe beim Aufbau von agrotouristischen Angeboten ist untersucht (Antrag im Zusammenhang mit der HTW Chur)

2.2.2 Ziel 2: Genderfragen in der Landwirtschaft:

1. Grundlagen für die Beantwortung der Fragen im Zusammenhang mit Frauen in der Landwirtschaft (WAK-S Motion, Ständerätin A. Fetz) wurden erarbeitet
2. Erkenntnisse zum Thema Gleichstellung in der Landwirtschaft innerhalb des Projektes AgriGenre (NFP 60) sind aufgearbeitet (2014)
3. Die Selbst- und Fremdbilder der Männer und Frauen auf bäuerlichen Familienbetrieben sind eruiert

2.2.3 Ziel 3: Soziale Dimension in landwirtschaftlichen Beratung:

1. Die Schnittstelle zwischen Sozialarbeit und Landwirtschaft wurde beleuchtet
2. Weiterer Forschungsbedarf und/oder Handlungsbedarf abgeleitet.

2.3 Literaturangaben

- DUNBAR, K.W., BRUGGER, J., JURT, C., Orlove B., (2012) Comparing knowledge of and experience with climate change across three glaciated mountain regions. In: A. Peter Castro, Dan Taylor, and David W. Brokensha (eds.), *Climate Change and Threatened Communities: Vulnerability, Capacity & Action*, Practical Action Publishers, London.
- JURT, C., HAEBERLI, I., ROSSIER, R. (2013): Risikowahrnehmungen von Frauen auf Stufenbetrieben. (accepted).
- JURT, C., ROSSIER R., HABERLI, I. (2012): Zuhause sind wir da, wo die Kühe sind und wir die Arbeit haben: Stufenbetriebe. *UFA-Revue*. 10: 82-83
- OTOMA Y., ROSSIER R. (2013). Vielfältige Lebensmuster : Lebenslauf und Karriere von Bäuerinnen in der Schweiz. In: *Frauen in der Landwirtschaft. Debatten aus Wissenschaft und Praxis*. Hrsg. E. Bäschlin, S. Contzen, & R. Helfenberger , Bern. eFeF-Verlag: 41-56.
- ROSSIER; R. (2013): Zuerst ein Sohn, dann eine Tochter : Hofnachfolge in der Schweiz aus der Geschlechterperspektive. In: *Frauen in der Landwirtschaft. Debatten aus Wissenschaft und Praxis*. Hrsg. E. Bäschlin, S. Contzen, & R. Helfenberger , Bern. eFeF-Verlag, 2013, 85-95.
- ROSSIER, R.; JURT, C. (2013): Women in Swiss agriculture. Perceptions of their own vulnerabilities. Short paper of the XXVth ESRS Congress. Florence, Italy: 29th of July– 1st of August 2013.
- ROSSIER, R.; HAEBERLI, I., JURT, C. (2012): Wer übernimmt den elterlichen Hof? Schweizer Fallbeispiele im Zeitraum von 10 Jahren. *Zeitschrift für Agrargeschichte und Agrarsoziologie*. Jahrgang 60, Heft 2.
- ROSSIER, R., GROSSENBACHER E. (2012): Frauen in der Landwirtschaft. In: *Agrarbericht 2011*. Hrsg. Bundesamt für Landwirtschaft, BLW. Bern, 2012, 50-78.
- ROSSIER, R. (2012): Farm succession in Switzerland: From generation to generation: Chapter 5. In: *Keeping it in the Family. International Perspectives on Succession and Retirement on Family Farms*. Hrsg. M. Lobley, J. Baker & I. Whitehead, Ashgate Publishing. London, 2012, 75-91.
- ROSSIER, R., PICARD, R.: (2010). The embodiment of agricultural machine work of young Swiss farm manageresses. In: *Yearbook of Socioeconomics in Agriculture*. Hrsg. SSA, Swiss Society for Agricultural Economics and Rural Sociology. YSA 2010: 311-328.

2.4 Daten und Methoden

In der Agrarsoziologie gehen wir vom konkreten Projekt aus und wählen die am besten geeigneten Methoden aufgrund der Fragestellung, des gewünschten Outputs, der personellen und finanziellen Ressourcen sorgfältig aus. Wenn immer möglich berücksichtigen wir qualitative und quantitative Methoden der Sozialwissenschaften (Mixed Design, Triangulation).

Wichtige **qualitative Methoden** sind:

- Datenerhebung: Interviews:
 - Semi-strukturierte Interviews
 - Narrative Interviews (z.B. biographische Interviews)
 - Experteninterviews

Auswertungen:

- Grounded Theory
- Qualitative Inhaltsanalyse
- Fallrekonstruktionen

Quantitative Methoden:

Datenerhebung:

- Schriftliche Befragungen mittels standardisierter Fragebogen
- Analyse von bereits existierenden Datensätzen (z.B. ZA-Daten)

Auswertungen:

- Clusteranalysen
- Faktoranalysen
- Non-lineare Hauptkomponentenanalyse (Risikobefragung)

Die Methoden des Projektes Risikowahrnehmungen, das bereits angelaufen ist, werden hier kurz skizziert, um ein das methodische Vorgehen an einem konkreten Beispiel illustrieren zu können.

Projektspezifisches Vorgehen: Risikowahrnehmungen

In der ersten Phase des Projektes wurden Experteninterviews durchgeführt (Vertreterinnen und Vertreter aus der Politik, der Beratung, eines bäuerlichen Verbandes, drei Forschenden) sowie semi-strukturierte Interviews mit Mitgliedern von bäuerlichen Familienbetrieben. Die Interviews wurden transkribiert. Anschliessend wurden sie in Anlehnung an die „Grounded Theory“ bezüglich Risiken und Chancen für bäuerliche Familienbetriebe sowie im Hinblick auf wahrgenommene Risikonetzwerke von Seiten der bäuerlichen Familienbetriebe ausgewertet.

Aufgrund der Ergebnisse der Interviews wurde der Fragebogen konstruiert. Es wurde ihm ein Modell zu Grunde gelegt, das mittels einer non-linearen Hauptkomponentenanalyse sowohl nominale wie ordinale Variablen für die Auswertung berücksichtigt. Aufgrund der Ergebnisse werden noch einmal semi-strukturierte Interviews mit Bauernfamilien und wenn nötig mit Experten und Expertinnen geführt. Zudem werden Fokusgruppen organisiert, wo erste Ergebnisse präsentiert und anschliessend diskutiert werden.

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

- Wissenschaftliche Begleitgruppen der Projekte
- Scientific Community (Peer reviewed papers, Agrarforschung, Publikation in wissenschaftlichen Zeitschriften, Vorträge an wissenschaftlichen Tagungen)
- Praxis (Praxisvorträge, Publikationen)

3.2 Kunden

Die wichtigsten Kundengruppen sind die Politik, Bildung und Beratung, die Praxis sowie die (internationale) Forschungscommunity.

3.3 Nutzen

- Politik: Solide Entscheidungsgrundlagen z.B. bezüglich sozialer Absicherung von Frauen und Männern in der Landwirtschaft, Antworten auf Motionen, Dokumentationen wie für den Agrarbericht
- Bildung und Beratung: Grundlage für die Verbreitung der neuesten Erkenntnisse, Aufzeigen neuer Themen und Strategien, welche im Rahmen der (neuen) Herausforderungen für die bäuerlichen Familien von Bedeutung sind
- Praxis: Verbesserung der Lebensverhältnisse der Menschen in der Landwirtschaft, Aufdecken von kritischen Faktoren und Situationen, Brückenfunktion: Schaffen von Verständnis für die Landwirtschaft bei der nichtbäuerlichen Bevölkerung und vice versa
- Forschung: Beitrag zur agrarsoziologischen Forschung auf nationaler und internationaler Ebene

3.4 Impact

Die Schweizer Landwirtschaft besteht grösstenteils aus Familienbetrieben. Die Gestaltung von nachhaltigen und an die Familienbetriebe angepassten Strukturen, die neben den wirtschaftlichen Faktoren auch soziale Faktoren wie das Wohlbefinden der Familien, ihre Arbeitsbelastung, ihr Wissen einbeziehen, sind äusserst wichtig. Verstärkte Berücksichtigung der sozialen Dimension in der Landwirtschaft in Politik, Bildung und Beratung, Praxis, Entwicklungszusammenarbeit und Forschung auf allen Ebenen (individuell, betrieblich, institutionell, gesellschaftlich) trägt massgebend zur Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft bei.



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.44.2.1

Wirtschaftlichkeitsanalyse und betriebliche Umweltökonomie

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Wirtschaftlichkeitsanalyse und betriebliche Umweltökonomie
Titel Originalsprache kurz	Wirtschaftlichkeitsanalyse
Titel englisch	Analysis of Profitability and environmental economics at the farm level
Title english short	Profitability
Titel französisch	Analyse de la performance d'économie de l'environnement
Titel französisch kurz	Analyse de la performance
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Markus Lips
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Alexander Zorn
Keywords	Profitability, cost calculation, full-cost analysis, quality characteristics, environmental economics
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema(en)*	15.1 Kosten senken

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Das Projektfeld „Wirtschaftlichkeitsanalyse und betriebliche Umweltökonomie“, erbringt einen substanziellen Beitrag zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der Schweizer Landwirtschaft. Durch Bereitstellung von wirtschaftlichen Grunddaten, wie den Maschinen- oder den Vollkosten für Betriebszweige, werden Grundlagen für die Betriebsführung bereitgestellt. Die Analyse der Wirtschaftlichkeit erlaubt es, Schlussfolgerungen zu ziehen, wie die Wettbewerbsfähigkeit konkret gesteigert werden kann, ohne dass dadurch eine zusätzliche Belastung der Umwelt resultiert. Schliesslich wird im Rahmen eines Entwicklungszusammenarbeitsprojekts die Effizienzsteigerung der Milchproduktion von kleinen Milchviehbetrieben in Malawi und Sambia untersucht.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Im Vergleich zu den Nachbarländern sind die Produktionskosten in der Schweiz deutlich höher. Es gilt Möglichkeiten aufzuzeigen, die Kosten zu senken, die Erlöse zu steigern und letztlich die Wirtschaftlichkeit zu verbessern und gleichzeitig die Umweltperformance zu steigern. Ein besseres Verständnis der Kosten, der Effizienz und der Umweltperformance als auch der Ursachen, die sie beeinflussen, stellen eine unverzichtbare Grundlage für Betriebsleitende, Berater und agrarpolitische Akteure dar. Das wirtschaftliche Potenzial von zusätzlichen Qualitätsmerkmalen ist für die internationale Positionierung der ganzen Wertschöpfungskette von grossem Interesse.

2.2 Ziele

A) Bereitstellen von Daten auf der Kostenseite

- 1) **Vollkostenberechnungen** für alle relevante Betriebszweige (Milch, Fleisch/ Veredlung, Ackerbau, nach Möglichkeit Obst und Maschinengemüse). Vergleich verschiedener Zuteilungsverfahren für die Gemeinkostenpositionen Arbeit, Maschinen und Gebäude.
- 2) Ermittlung der Selbstkosten (Plankosten) für spezifische Milchproduktionssysteme. Durchführung von Kostenkalkulationen für andere Produktionszweige wie dem Anbau von proteinreichen Ackerkulturen. Kalkulation von Verfahrenskosten für den Weinbau, (Bio-) Gemüsebau, Maisanbau unter Folie sowie verschiedene Varianten der Transportorganisation. Spezifische Kostenkalkulationen zu Obstbau und Pferdehaltung in Zusammenarbeit mit den Forschungsgruppen 13.4 und 22.1.
- 3) Jährliche Aktualisierung der **Maschinenkosten** sowie deren Veröffentlichung im Maschinenkostenbericht.

B) Analyse der Wirtschaftlichkeit (Kosten- und Leistungsrechnung)

- 1) Ermitteln von Einflussfaktoren der **Wirtschaftlichkeit auf Betriebszweige** wie beispielsweise der Milchleistung pro Kuh und Jahr in der Milchproduktion. Den Vollkosten werden dazu die Leistungen gegenübergestellt, so dass der Gewinn/Verlust auf Stufe Betriebszweig berechnet werden kann. Weiter gilt es, einfache Kenngrößen aus den Betriebszweigdaten abzuleiten.
- 2) Ermitteln von Determinanten der **ökonomischen und ökologischen Performance**. Dabei werden produktionstechnische Aspekte (wie z.B. Landbauform oder Milchviehfütterung), Angaben zur Betriebsleiterfamilie (Alter, Ausbildung) sowie ökologische Aspekte mitberücksichtigt.
- 3) Bestimmung des wirtschaftlichen Potenzials von zusätzlichen Qualitätsmerkmalen, insbesondere in der Milchproduktion
- 4) Vergleich verschiedener Formen der **Zusammenarbeit** sowie Ermittlung von Schlüsselfaktoren (Literaturstudie). Erstellung von Kostenkalkulationen für Beispiele unterschiedlicher Zusammenarbeitsformen.

C) Malawi & Sambia

Ziel dieses Projektes in Südafrika ist es, die beste Strategie zur Steigerung der Milchproduktion in Malawi und Sambia zu finden und den Landwirten zu kommunizieren. Die Initiative für die Erhöhung der Milchmenge durch ein verbessertes Management soll dabei von speziell ausgebildeten Milchbauern weitergetragen werden.

2.3 Literaturangaben

- Jan, P., Lips, M. & Dumondel, M., 2011. Synergies and trade-offs in the promotion of the economic and environmental performance of Swiss dairy farms located in the mountain area, *Yearbook of Socioeconomics in Agriculture*, 4: 135-162.
- Jan, P., Lips, M. & Dumondel, M., 2012a. 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(3):273-298.
- Jan, P., Dux, D., Lips, M., Alig, M. & Dumondel, M., 2012b. Understanding the link between economic and environmental performance of Swiss dairy farms of the alpine area. *Journal of Life Cycle Assessment*, 17(9): 706-719.
- Jan, P., Dux, D., Lips, M. & Alig, M., 2012c. An LCA-based analysis of the factors affecting the economic and environmental performance of Swiss dairy farms of the alpine area. In: 22. Jahrestagung der Österreichischen Gesellschaft für Agrarökonomie. Hrsg. Universität für Bodenkultur, Wien. 20-21. September, 2012, 83-84.
- Lips, M., 2012. Joint Cost allocation by Means of Maximum Entropy, Paper presentation, 28th International Conference of Agricultural Economists, Foz do Iguaçu, Brazil, August 18-24.
- Lips, M. & Burose, F., 2012. Repair and Maintenance Costs for Agricultural Machines, *International Journal of Agricultural Management*, 1(3):40-46.
- Lips, M., 2013a. Repair and Maintenance Costs for Nine Agricultural Machine Types, *Transactions of the ASABE*, 56(4): 1299-1307.
- Lips, M. 2013b. Deriving full product costs from Farm Accountancy Data (an Application for Swiss Dairy Farms in the Mountain Region), International Farm Management Congress, Warschau, 21.-26. Juli.
- Lips, M. & Gazzarin, C., 2013. Zusatzkosten von Qualitätsmerkmalen, *Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaus e.V.*, Band 48: 475-476.

2.4 Daten und Methoden

Für die Vollkostenrechnungen und die Effizienzanalysen werden Buchhaltungen aus der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten von ART verwendet. Für die umweltökonomischen Analysen werden zusätzlich bestehende Datensätze verwendet (Datensatz aus dem ZA-ÖB Projekt ergänzt mit den Daten, die als Grundlage für die Stickstoff-Studie in Auftrag des BLW dienen).

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

- Wissenschaftliche Beiträge (Peer Review-Artikel)
- ART-Berichte, Artikel in der bäuerlichen Presse
- Daten für die Betriebsführung auf dem Internet (www.maschinenkosten.ch)

3.2 Kunden

- Auftraggeber: BLW
- Landwirtschaftliche Beratung (z.B. Agridea)
- Landwirtschaftliche Betriebsleiter

3.3 Nutzen

Praxis, Beratung und Verwaltung sind dringend auf Vorschläge angewiesen, wie die Kosten reduziert werden können. Die Kostenfrage hat in der momentanen Situation der Schweizer Landwirtschaft eine herausragende Bedeutung.

Die Milch-Vollkostenrechnungen sind für Profi-Lait von zentralem Interesse.

Erkenntnisse über den Zusammenhang zwischen Ökonomie und Ökologie sind für die Landwirte, die agrarpolitischen Entscheidungsträger wie auch die Beratung von zentraler Bedeutung. In der landwirtschaftlichen Praxis herrscht häufig die Meinung vor, dass Ökologie und Ökonomie nicht Hand in Hand zusammen gehen. Es gilt den Zusammenhang zwischen diesen zwei Dimensionen der Nachhaltigkeit auf einem wissenschaftlich abgestützten Ansatz umfassend zu untersuchen.

3.4 Impact

- Im Tätigkeitsfeld werden wichtige Grundlagen erarbeitet, um die Wettbewerbsfähigkeit zu verbessern. Es werden Vorschläge zur Kostensenkung formuliert.
- Ergebnisse werden von der Agraröffentlichkeit aufgenommen und analysiert
- Die konkrete Umsetzung der Ergebnisse wird unter Betriebsleitenden beispielsweise in Arbeitsgruppen diskutiert und umgesetzt.



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.44.2.2

Zentrale Auswertung von Buchhaltungsdaten

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Zentrale Auswertung von Buchhaltungsdaten
Titel Originalsprache kurz	ZA-BH
Titel englisch	Farm Accountancy Data Network for Switzerland
Title english short	FADN
Titel französisch	Dépouillement centralisé des données comptables
Titel französisch kurz	RICA
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Markus Lips
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Dierk Schmid
Keywords	farm accountancy data network (FADN), farm monitoring, sample design, farm income
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	15.3 Auswertung Buchhaltungsdaten

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Das Projektfeld „Zentrale Auswertung von Buchhaltungsdaten“ beinhaltet das wirtschaftliche Monitoring der Schweizer Landwirtschaft im Auftrage des Bundesamt für Landwirtschaft. Der Reformprozess des Auswertungssystems (ZA2015), der vor mehreren Jahren begonnen wurde, wird fortgesetzt. Ein zentraler Meilenstein ist die erste Auswertung der Einkommensveränderung auf Basis der zufälligen Stichprobe A, die im August 2016 erfolgen wird. Zusätzlich gilt es, die Definition von grundlegenden betriebswirtschaftlichen Begriffen, wie beispielsweise der Existenzfähigkeit, zu überprüfen.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Die Zentrale Auswertung von Buchhaltungsdaten ist das wirtschaftliche Monitoring der Schweizer Landwirtschaft im Auftrag des Bundesamts für Landwirtschaft. Jährlich gilt es, die Einkommensentwicklung festzuhalten und öffentlich zu kommunizieren. Diese Zahlen dienen als Datengrundlage für agrarpolitische Akteure. Die Grundlage für das Agrarmonitoring bildet die Verordnung über die Beurteilung der Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft (SR 919.118).

Zurzeit ist eine Systemrevision im Gange. Ihr Abschluss wird nach Ende des Arbeitsprogramms 2014-17 erfolgen.

2.2 Ziele

- 1) Jährliche **Beschaffung, Plausibilisierung und Auswertung von Buchhaltungsdaten** (Wirtschaftliche Entwicklung; Landwirtschaftliches Einkommen sowie Arbeitsverdienst)
- 2) Weiterführung der Reform **ZA2015**: (i) Aufbau der Stichprobe A in 2014/2015, (ii) Überführung der bestehenden Stichprobe in Stichprobe B, (iii) Anpassung des Merkmalskatalogs, weil die Datenerhebung künftig auf einer Finanzbuchhaltung mit Teilkostenrechnung statt Betriebsbuchhaltung beruht und (iv) Einbezug verschiedener Buchhaltungssoftware-Pakete.
- 3) Überarbeitung von **Begriffen mit betriebswirtschaftlichem Bezug**, wie z.B. „ökonomisch leistungsfähiger Betrieb“.

2.3 Literaturangaben

EFK, 2011. Ermittlung der landwirtschaftlichen Einkommen Evaluation der Einkommensermittlung auf einzelbetrieblicher Ebene sowie der Reformmassnahmen, Eidgenössische Finanzkontrolle, Bern.

Lips, M., Mühlethaler, K., Hausheer Schnider, J., Roesch, A. & Schmid, D., 2011. Stichprobenkonzept für das Schweizer Buchhaltungsnetz landwirtschaftlicher Betriebe, *Jahrbuch der Österreichischen Gesellschaft für Agrarwirtschaft und Agrarsoziologie*, 19(2):131-138.

Roesch, A. and Lips, M., 2013. Sampling Design for Two Combined Samples of the Farm Accountancy Data Network (FADN), *J. Agricultural, Biological, and Environmental Statistics*; DOI: 10.1007/s13253-013-0130-5.

2.4 Daten und Methoden

Die Buchhaltungsabschlüsse der Referenzbetriebe sind betriebswirtschaftliche Buchhaltungen mit Teilkostenrechnung, die gemäss den Anforderungen der Zentralen Auswertung abgeschlossen werden müssen. Diese Anforderungen sind in der Wegleitung zum Merkmalskatalog der Zentralen Auswertung beschrieben. Die Buchhaltungsdaten der Referenzbetriebe werden gewichtet, da die Strukturen der Referenzbetriebe von der Gesamtwirtschaft abweichen. Dazu wird die Verteilung der Betriebe nach Betriebsgrösse, Betriebstypen und Regionen herangezogen.

Im neuen System werden die Strukturdaten vom BLW bezogen und mit den Buchhaltungsdaten aus Stichprobe A und B verknüpft. In Stichprobe A werden - via Online-Tool – nur die wichtigsten wirtschaftlichen Daten aus Bilanz und Mittelflussrechnung (Cash Flow). Betriebe in Stichprobe A werden dabei zufällig ausgewählt. Betriebe in Stichprobe B basieren auf einer Finanzbuchhaltung mit Teilkostenrechnung. Einzelne zusätzliche (berechnete) Parameter wie bspw. der Standardoutput oder der

Betriebstyp werden vom BFS bezogen. Der Auswahlplan ist im Detail in Roesch und Lips (2013) beschrieben.

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

Jährlich werden die Ergebnisse über eine Medienmitteilung sowie den Hauptbericht (ART-Bericht) und den Grundlagenbericht (auch als Excel-Datei verfügbar auf www.grundlagenbericht.ch) veröffentlicht.

3.2 Kunden

- Auftraggeber: BLW
- Sozioökonomie INH (Tänikon)
- Landwirtschaftliche Beratung (z.B. Agridea)

3.3 Nutzen

Die Datenbasis des wirtschaftlichen Agrarmonitoring bildet die elementare Grundlage für die Beurteilung der wirtschaftlichen Lage des Agrarsektors. Darüber hinaus ist diese Datenbasis unerlässlich für die Beratung (LBBZ's und Agridea), die Steuerverwaltung sowie die Forschung.

3.4 Impact

- Die Ergebnisse des wirtschaftlichen Monitorings ist eine zentrale Grundlage für alle agrarpolitischen Akteure
- Die Ergebnisse werden von der landwirtschaftlichen aber auch von der weissen Presse aufgenommen
- Diskussion des neuen Schweizer Systems in den Nachbarländern, EU-Kommission sowie der OECD (via Pacioli Workshop)



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.44.3.1

Emissionen und Immissionen aus Tierhaltungsanlagen

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Emissionen und Immissionen aus Tierhaltungsanlagen
Titel Originalsprache kurz	Emissionen Tierhaltung
Titel englisch	Emissions and odour impact from animal husbandry
Title english short	Emissions of animal husbandry
Titel französisch	Emissions et immissions issues des systèmes de détention d'animaux
Titel französisch kurz	Emissions issues de la détention d'animaux
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Matthias Schick
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Beat Steiner
Keywords	Ammonia, emission, cattle, tracer ratio methode, emission reduction, ammonia abatement measures, animal husbandry, natural ventilation, outdoor exercise area, scraping, floor surfaces, odour impact, odour concentration, odour frequency, odour intensity, emitting surfaces, emission reduction, minimum distance, dispersion, ventilation
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	12.2 (Emissionsreduktion Luftschadstoffe, Gerüche) , 11.4 (Tierhaltung, Tierzucht, Tierwohl), 13.2 (Reduktion THG-Emissionen), 11.3 (Tierernährung, Graslandnutzung, Weidesysteme), 15.1 (Kostensenkungen), 16.3 (Erwerbspotenziale Pferde)

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Die gesamtschweizerischen Emissionen von Ammoniak (NH₃) müssen gemäss den Umweltzielen Landwirtschaft von 48 000 auf 25 000 t NH₃-N je Jahr vermindert werden. Ausserdem soll entsprechend der „Klimastrategie Landwirtschaft“ die Freisetzung klimarelevanter Gase aus der Schweizer

Landwirtschaft bis 2050 um mindestens ein Drittel gesenkt werden. Zur Erreichung beider Ziele sind im Bereich Stallhaltung von Rindvieh bauliche und verfahrenstechnische Massnahmen notwendig. Erfolgversprechende Massnahmen wie Laufflächelemente mit optimierten Stallkonzepten und Entmistungsverfahren, raschem Harnabfluss, Fressstände sowie Verbesserungen beim Stallklima sollen im Emissions-Versuchsstall mit variablen Abmessungen und Einrichtungen schrittweise entwickelt, bewertet und das Minderungspotenzial mit einer Tracer-Ratio-Methode quantifiziert werden.

Im Zusammenhang mit Betriebserweiterungen und neuen Haltungsformern kommt es immer häufiger zu Beschwerden über Geruchsbelästigungen. Oft ergeben sich auch Konflikte zwischen Betreibern und Anwohnern, sowohl bei bestehenden Tierhaltungsanlagen als auch in Planungssituationen. Agroscope ist für die Erarbeitung von wissenschaftlichen Grundlagen der Empfehlungen für Mindestabstände von Tierhaltungsanlagen gemäss der Luftreinhalteverordnung verantwortlich. Diese Empfehlungen „Mindestabstände von Tierhaltungsanlagen“ zu bewohnten Zonen sind zu aktualisieren. Wissenschaftliche Grundlagen sind erforderlich für Einzelquellen, die Standortsituationen mit Blick auf Kaltluftabfluss oder lokale Windeinflüsse, sowie Zumutbarkeit und Akzeptanz von Geruch.

Diese Emissions- und Immissionsforschung im Bereich der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung ist für Förderprogramme, für den Vollzug der Luftreinhalteverordnung, die Einhaltung von Umweltzielen und die Klimastrategie von Bedeutung. Landwirte, Planer, die Stallbaubranche, Genehmigungsbehörden und die Öffentlichkeit erhalten Planungssicherheit und belastbare Entscheidungsgrundlagen.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Die Emissionen von Ammoniak (NH_3) der Schweiz im Jahr 2007 stammen nach Modellrechnungen zu etwa 94 % aus der Landwirtschaft. Davon kommen rund 34 % aus der Stallhaltung von Nutztieren. Rindvieh hat mit 79 % den grössten Anteil an den NH_3 -Emissionen. Der Anteil der Stallhaltung von Milchvieh an den gesamten NH_3 -Emissionen gewinnt zunehmend an Bedeutung. Ursache dafür ist unter anderem die Zunahme der verschmutzten Flächen bei der Veränderung der Haltungsverfahren vom Anbindestall zum Laufstall. Die gesamtschweizerischen Emissionen von NH_3 von rund 48 000 t NH_3 -N müssen gemäss den Umweltzielen Landwirtschaft (BAFU und BLW, 2008) auf rund 25 000 t NH_3 -N vermindert werden.

Zur Umsetzung der Vollzugshilfe baulicher Umweltschutz in der Landwirtschaft (BLW, BAFU 2011) sind erfolgversprechende Massnahmen nötig. Die Erwartungen an Agroscope von Seiten des Vollzugs, von Firmen, der Beratung und im Rahmen des Ressourcenprogramms von Bund und Kantonen sind gross. Die Datengrundlage für Minderungsmassnahmen von NH_3 im Bereich Stallhaltung ist derzeit ungenügend. Bisher fehlen emissionsarme Stallsysteme und praxistaugliche Massnahmen zur Minderung von NH_3 -Emissionen aus der Rindviehhaltung weitgehend. Dies zeigt sich in zahlreichen Beratungsanfragen, Stellungnahmen sowie Anfragen für Arbeitsgruppen und Vorträge.

Die Emissionen klimarelevanter Gase (CH_4 , N_2O , CO_2) aus der Tierhaltung sind global für 18 % des anthropogenen Treibhauseffektes verantwortlich (Menzi and Steinfeld, 2011). Ausserdem stammen die globalen anthropogenen CH_4 - und N_2O -Emissionen zu wesentlichen Teilen aus der Landwirtschaft. So trägt in der Schweiz die Landwirtschaft rund 80 % der anthropogenen CH_4 -Emissionen und 75 % der N_2O -Emissionen bei (BLW 2011). Ein Ziel der „Klimastrategie Landwirtschaft“ ist die Reduktion der klimarelevanten Emissionen der Schweizer Landwirtschaft von mindestens einem Drittel bis zum Jahr 2050 im Vergleich zum Jahr 1990 (BLW 2011, Wiedemar and Felder, 2011). Dabei sollen technische, betriebliche und organisatorische Möglichkeiten ausgenutzt werden.

Gemäss Luftreinhalteverordnung (Art. 1, Ziff. 512, Anh. 2) ist Agroscope Reckenholz-Tänikon für die Empfehlungen „Mindestabstände von Tierhaltungsanlagen“ zu bewohnten Zonen verantwortlich. Im

Vollzug finden derzeit sowohl der FAT-Bericht Nr. 476 aus dem Jahr 1995 wie auch der Entwurf aus dem Jahre 2005 Anwendung. Im Zusammenhang mit Betriebserweiterungen und neuen Haltungsformen kommt es immer häufiger zu Beschwerden über Geruchsbelästigungen von betroffenen Personen. Oft ergeben sich auch Konflikte zwischen Betreibern von bestehenden Tierhaltungsanlagen und Anwohnern sowie in Planungssituationen für Neu- und Umbauten. Abklärungen und allfällige Präzisierungen zur Rechtspraxis und zum Geltungsbereich der Mindestabstandsempfehlung bei Neu-, Umbauten und bestehenden Anlagen sind erforderlich. Zudem sind weiter führende Erkenntnisse zu neuen Haltungsformen, Einzelquellen sowie zur Abstandsbemessung zu erarbeiten und in einer revidierten Mindestabstandsempfehlung aufzunehmen.

Je nach Art der Geruchsquellen, der baulich-technischen Ausführung der Einzelquellen und der betrieblichen Aspekte bekommt die einzelne Standortsituation mit Blick auf die Geruchsausbreitung eine grosse Bedeutung. In der Schweiz beeinflussen Standorte mit komplexem Gelände, lokalen Windsystemen (Hang-, Talwind) und Kaltluftabfluss die Geruchsausbreitung. Unter diesen Bedingungen ist eine kreisförmige Abstandsbemessung nicht mehr ausreichend, vorhandene Ausbreitungsmodelle stossen an Grenzen bzw. standortbezogene meteorologische Daten fehlen; Entscheidungsgrundlagen zur Geruchsausbreitung und zur Relevanz von Geruchsimmissionen je nach Standortsituation sind bisher unzureichend. Damit zukünftig juristische Entscheide bei Geruchsklagen auf fundierten, fachlichen Grundlagen basieren, sollten Erhebungen zur Akzeptanz und Zumutbarkeit von Geruchsbelastungen aus der Tierhaltung erarbeitet werden. Dies sollte zukünftig in Planungsverfahren zu einer gezielteren Standortwahl und zur Vermeidung von Geruchsklagen beitragen.

Alle beteiligten Akteure fordern Investitionssicherheit, dazu sind belastbare Daten zu Emissionen und Immissionen nötig. Diese dienen ebenso für eine ganzheitliche Bewertung von Tierhaltungssystemen.

2.2 Ziele

1. Baulich-technische und organisatorische Massnahmen zur Minderung von NH₃-Emissionen bei Laufstallhaltung für Milchvieh sind bis zur Praxisreife (weiter-) entwickelt, bewertet und das Minderungspotenzial ist vergleichend quantifiziert.
2. Emissionen von klimarelevanten Gasen (Methan, Lachgas, Kohlendioxid) sind im Zusammenhang mit NH₃-Emissionen im Modellversuchsstall quantifiziert.
3. Die Empfehlungen „Mindestabstände von Tierhaltungsanlagen“ zu bewohnten Zonen sind aktualisiert.
4. Einzelne Geruchsquellen landwirtschaftlicher Tierhaltungsanlagen sowie relevante Einflussgrössen sind mit Blick auf deren Geruchskonzentration identifiziert und quantifiziert.
5. Je nach Art der Geruchsquellen, der baulich-technischen Ausführung der Einzelquellen, der betrieblichen Aspekte und Standortsituation sind Hinweise zur Geruchsminderung abgeleitet.
6. Methodische Verbesserungen bei Probenahme, Olfaktometrie und Fahnenbegehungen liegen vor.
7. Die Relevanz der Geruchsimmission in komplexem Gelände, bei lokalen Windsystemen oder Kaltluftabfluss ist untersucht; Kriterien zur Standorteinschätzung liegen vor.

2.3 Literaturangaben

- Richner, B., Schmidlin, A., 1995. Mindestabstände von Tierhaltungsanlagen – Empfehlungen für neue und bestehende Betriebe. FAT-Berichte Nr. 476, Tänikon. 16 S.
- BAFU, ART, 2005. Mindestabstände von Tierhaltungsanlagen. Revision FAT-Bericht Nr. 476, Vernehmlassungs-Entwurf vom 7. März 2005, 33 S.
- Keck, M., Schmidlin, A., Zeyer, K., Emmenegger, L., Schrade, S., 2011. Geruchskonzentration und -emission von Milchviehställen mit Laufhof. Agrarforschung Schweiz 2 (3), S. 114-119.
- Keck, M., Koutny, L., Schmidlin, A., Hilty, R., 2005. Geruch von Schweineställen mit Auslauf und freier Lüftung. Agrarforschung 12, 2, S. 84-89.

- Koutny, L. 2002. Geruchsausbreitung aus der Tierhaltung: Standorteinfluss. *Agrarforschung* 9, 8, 346-351.
- KTBL, 2012. Emissionen und Immissionen von Tierhaltungsanlagen – Handhabung der Richtlinie VDI 3894. *KTBL-Schrift* 494
- Bundesamt für Umwelt & Bundesamt für Landwirtschaft. 2011. Baulicher Umweltschutz in der Landwirtschaft - Ein Modul der Vollzugshilfe Umweltschutz in der Landwirtschaft. Bern, 122 S.
- Bundesamt für Umwelt & Bundesamt für Landwirtschaft. 2008. Umweltziele Landwirtschaft. Hergeleitet aus bestehenden rechtlichen Grundlagen. *Umwelt-Wissen*. Bern, 221 S.
- 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 outdoor 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.
- 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.
- Steiner, B., Keck, M., Keller, M. & Weber, K. 2012. Vergleich des Abflussverhaltens auf planbefestigten Laufflächenbelägen in Rinderställen. *Agrarforschung*, 3, 258–263.
- DIN EN 13725, 2003. Luftbeschaffenheit – Bestimmung der Geruchsstoffkonzentration mit dynamischer Olfaktometrie. 71 S.
- Verein Deutscher Ingenieure (VDI). 2011. VDI-Richtlinie 3894 - Emissionen und Immissionen aus Tierhaltungsanlagen, Haltungsverfahren und Emissionen - Schweine, Rinder, Geflügel, Pferde - Blatt 1. Düsseldorf.
- Verein Deutscher Ingenieure (VDI). 2012. VDI-Richtlinie 3894 - Emissionen und Immissionen aus Tierhaltungsanlagen, Methode zur Abstandsbestimmung – Geruch - Blatt 2. Düsseldorf.
- Verein Deutscher Ingenieure (VDI). 2012. VDI-Richtlinie 3940 - Bestimmung von Geruchsstoffimmissionen durch Begehung - Ermittlung von Geruchsintensität und hedonischer Geruchswirkung im Feld - Hinweise und Anwendungsbeispiele - Blatt 5 - Entwurf. Düsseldorf.
- Schweizerischer Bundesrat. 2010. Luftreinhalte-Verordnung (LRV). Bern.

2.4 Daten und Methoden

Der Emissionsversuchsstall (EVS), als Rindviehstall ausgeführt, ermöglicht mit zwei Versuchseinheiten vergleichbare Bedingungen im Praxismassstab. Mit modulartiger Bauweise können Umbauten für Varianten effizient variiert und flexibel genutzt werden. Technische Optimierungsschritte bei Einzelelementen von Prototypen werden in Zusammenarbeit mit Firmen durchgeführt und erfolversprechende Minderungsmaßnahmen bis zur Praxisreife entwickelt. Das der baulichen, verfahrenstechnischen und organisatorischen Minderungsmaßnahmen wird vergleichend zur Referenzvariante gemessen. Für die Bestimmung der NH₃-Emissionen bei freier Lüftung und von Flächenquellen wie Laufhöfen wird die Tracer-Ratio-Methode mit zwei Tracergasen eingesetzt. Diese Methode wird zudem im EVS mit der Analytik für klimarelevante Gase ergänzt.

Von Betrieben mit Nutztierhaltung werden bei Einzelquellen Geruchsproben gezogen und mit Testpersonen am Olfaktometer auf deren Geruchskonzentration hin vergleichend untersucht. Von den Einzelquellen werden u.a. Flächen, Exposition, Abluftführung dokumentiert. Immissionsseitig erfolgen bei den Tierhaltungsanlagen mit Testpersonen Geruchsfahnenbegehungen, dabei wird die Reichweite der Geruchsfahne und die Häufigkeit der einzelnen Geruchsintensitäten erhoben. Relevante Einflussgrößen auf die Geruchsimmission werden anhand beschreibender betrieblicher Parameter, der jeweiligen Standortsituation (Topographie, Landnutzung) und meteorologischer Parameter ermittelt.

Die emissionsseitige Ebene der Einzelquellen bei bestehenden Tierhaltungsbetrieben und die jeweilige Standort- und Ausbreitungssituation soll mit Angaben zur Geruchswahrnehmung von Testpersonen bzw. Anwohnern verknüpft und analysiert werden.

Erfahrungen von den Anwendern der Mindestabstandsempfehlung werden analysiert sowie Verbesserungen in die laufende Revision aufgenommen.

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

- Peer reviewed Paper zu methodischen Aspekten sowie zu ausgewählten Ergebnissen
- Beiträge zu wissenschaftlichen Konferenzen
- Vorträge an praxisorientierten Tagungen (Bautagung etc.)
- ART-Berichte
- Artikel in landwirtschaftlichen Fachzeitschriften
- Besichtigungen und Besucherführungen sowohl im Emissionsversuchsstall als auch zu den Themen Geruch und Mindestabstand
- Berichte zuhanden von Drittmittel-Auftraggebern

3.2 Kunden

- Bundesämter BLW und BAFU
- Kantonale Ämter für Landwirtschaft und Umwelt
- Stallplanungs-, Stallbau- und Stalleinrichtungsfirmen
- Landwirtschaftliche Praxis
- Landwirtschaftliche Beratung
- Branchenorganisationen
- Ingenieurbüros und Fachstellen für Geruchsgutachten
- Nationale und internationale Forschungsgruppen im Bereich Emissionen/Immissionen, Tierhaltung
- Nationale und internationale Arbeitsgruppen

3.3 Nutzen

- Die Ergebnisse bilden eine wissenschaftlich fundierte Datengrundlage für Praxisempfehlungen (landwirtschaftliche Praxis, Beratung, Planung, Schulen und Weiterbildung, Firmen), Gutachten (Ingenieurbüros, kantonale Fachstellen) und dienen weiter als Entscheidungsgrundlage für den Vollzug.
- Methoden und Ergebnisse fliessen in die Politikberatung (BLW) sowie in die laufenden nationalen und internationalen Arbeitsgruppen (KTBL-Arbeitsgruppe Emissionsfaktoren Tierhaltung, international working group „Natural Ventilation“, Klimastrategie Landwirtschaft) ein.
- Daten im Bereich Ammoniak dienen zur Aktualisierung des Emissionsmodells „Agrammon“ (HAFL) und werden in N-Modelle sowie die Ökobilanz-Modellierung integriert. Weiter werden Methoden und Ergebnisse im wissenschaftlichen Netzwerk (Universitäten, Hochschulen, Forschungsinstitute, Arbeitsgruppen) präsentiert und diskutiert.

3.4 Impact

- Mit der Implementierung von praxistauglichen baulichen, verfahrenstechnischen und organisatorischen Massnahmen zur Minderung der Ammoniakemissionen in die landwirtschaftliche Praxis können die Ammoniakemissionen im Bereich Milchviehhaltung reduziert und somit ein wichtiger Beitrag zum Erreichen der Umweltziele geleistet werden.
- Revidiertes Planungshilfsmittel «Mindestabstand» ist schweizweit im Einsatz



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.44.3.2

Verfahrenstechnische Grundlagen Systembewertung

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Arbeitswirtschaftliche, verfahrenstechnische und bauwirtschaftliche Grundlagen zur Systembewertung
Titel Originalsprache kurz	Verfahrenstechnische Grundlagen Systembewertung
Titel englisch	Work Economics, Process Engineering and Construction Basics for Systems Assessment
Title english short	Process Engineering Basics for Systems Assessment
Titel französisch	Bases relatives à l'organisation du travail, à la technique des procédés et à la construction pour l'évaluation des systèmes
Titel französisch kurz	Bases procédurales Evaluation des systèmes
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Matthias Schick
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Franz Nydegger
Keywords	Work, work science, working time requirements, work load, assessment, system, rural construction, construction costs, constructional planning, area planning, energy, process Engineering, ergonomics, milking technics, feeding technics, dung removal technics
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	15.1 (Kostensenkungen) , 16.1 (Soziale Strukturen), 16.3 (Bienen und Pferde), 14.2 (Qualität von Lebensmitteln), 13.2 (Reduktion THG-Emissionen), 12.2 (Emissionsreduktion), 11.2 (Pflanzenproduktionsmethoden), 11.4 (Tierhaltung und Tierzucht)

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Die landwirtschaftliche Produktion in der Schweiz ist mit ihren kleinen Betriebsstrukturen durch hohe zeitliche Aufwendungen und gleichzeitig hohe körperliche Belastungen geprägt. Die Schweizer Tierhaltung weist im internationalen Vergleich allerdings einen hohen Stand in Bezug auf tierfreundliche Haltungsformen und qualitativ hochwertige Produkte auf.

Die verfahrenstechnische landwirtschaftliche Forschung und der entsprechende Erkenntnisgewinn ist die Grundlage für jede Form der Systembewertung. Auf den Ergebnissen basieren sowohl Planungsgrundlagen für die Praxis als auch Vollzugshilfen für die Politikberatung und die kantonalen Verwaltungen.

Die landwirtschaftliche Nutzung des ländlichen Raumes hat sich während der vergangenen Jahrzehnte stark gewandelt. Starker Siedlungsdruck, grosser technischer Fortschritt und der stetige Kostendruck auf die Produktion stellen die wichtigsten Veränderungen dar. Die derzeitige Gesetzesgrundlage, die nach wie vor den kleinen Familienbetrieb mit eigenen Stallungen und einem eigenen Maschinenpark zu Grunde legt, wird den zukünftigen veränderten Ansprüchen nicht mehr gerecht.

Im vorliegenden Tätigkeitsfeld wird deshalb der Focus auf die wissenschaftliche Erarbeitung arbeitswirtschaftlicher, verfahrenstechnischer und baulicher Grundlagen gelegt. Damit wird die Grundlage für eine Systembewertung landwirtschaftlicher Systeme geschaffen. Es sind dabei Fragestellungen im Zusammenhang mit nachhaltiger Produktion, Arbeit, Tier, Umwelt, Mensch, Tier, Technik, Energie und Kosten einzubeziehen. Ausgehend davon werden Praxisempfehlungen und Planungshilfen zur Verfügung gestellt.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Die landwirtschaftliche Produktion in der Schweiz ist geprägt durch hohe zeitliche Aufwendungen und gleichzeitig hohe körperliche Belastungen. Die Bewirtschaftungseinheiten sind im Verhältnis mit dem Ausland eher als klein einzustufen. Die Schweizer Tierhaltung weist im internationalen Vergleich einen hohen Stand in Bezug auf tierfreundliche Haltungsformen und Produktqualität auf. Es ist offen, inwiefern neue technische und organisatorische Verfahren dem Tierhalter Möglichkeiten bieten, trotz grösserer Tierbestände die Arbeitszeit und die Arbeitsbelastung zu senken, Arbeit und Betriebsführung zu optimieren und gleichzeitig optimale Bedingungen für die Tiere und deren Betreuung zu schaffen.

Die Nutzung des ländlichen Raumes hat sich während der vergangenen Jahrzehnte stark gewandelt. Starker Siedlungsdruck, ausgelöst durch eine anhaltende Baukonjunktur, grosser technischer Fortschritt und der stetige Kostendruck auf die Produktion stellen die wichtigsten Veränderungen dar. Die derzeitige Gesetzesgrundlage, die nach wie vor den kleinen Familienbetrieb mit eigenen Stallungen und einem eigenen Maschinenpark zu Grunde legt, wird den veränderten Ansprüchen nicht mehr gerecht. Überbetriebliche Ansätze, die Tier- und Maschinenhaltung stärker konzentrieren, sind darin nicht vorgesehen. Dies führt bei entsprechenden Bauvorhaben zu unerwünschten Konflikten.

Für die Politikberatung und den Vollzug besteht ein grosser Bedarf an validen arbeitswirtschaftlichen Kennzahlen, die mit geringem Aufwand den Gesamtarbeitszeitbedarf eines Verfahrens, eines Betriebes oder einer Region abbilden.

Psychische Belastungskomponenten in der Landwirtschaft sind zunehmend. Auf den Einzelbetrieb wirkende Minderungsmaßnahmen liegen nicht vor.

Die Milchviehhaltung in der Schweiz ist geprägt durch hohe Qualitätsstandards. Standardisierte Methoden zur Qualitätssicherung in der Produktion sind nicht auf einzelbetrieblicher Ebene vorhanden. Landwirtschaftliche Bauten für die Nutztierhaltung haben hohe energetische und stallklimatische Anforderungen. Schadgase und Wasserdampf müssen abgeführt werden ohne den Baukörper zu schädigen. Das Wohlbefinden der Tiere und ihr Leistungsvermögen darf dabei nicht beeinträchtigt werden. Planungsdaten hierfür liegen nur im Ansatz vor.

Neben der Verfahrensbewertung sind zukünftig auch gesamte landwirtschaftliche Systeme in die Bewertung mit einzubeziehen. Dabei sind die Fragestellungen im Zusammenhang mit nachhaltiger Produktion, Arbeit, Tier, Umwelt, Mensch, Tier, Technik, Energie und Kosten einzubeziehen. Ein Bewertungsschema hierfür ist bislang nicht vorliegend.

2.2 Ziele

Wissenschaftlich erfasste Daten zur Verfahrenstechnik in der Tierhaltung, zur Arbeitswirtschaft und zum landwirtschaftlichen Bauwesen liegen als Grundlage für eine Systembewertung und für Praxisempfehlungen vor.

Teilziele:

1. Verfahrenstechnische Grundlagendaten zum Melken, Füttern und Entmisten liegen als Basis für Arbeits- und Bauanalysen vor.
2. Innovative, energieeffiziente und standortangepasste Gebäudekonzepte sind erstellt.
3. Standardarbeitskraftsystem mit alternativen Berechnungsgrundlagen als Basis für neues DZ-System ist evaluiert und überarbeitet.
4. Stress in der Landwirtschaft ist untersucht. Minderungsmaßnahmen liegen vor.
5. Automatisierte Verfahren in der Landwirtschaft (Schwerpunkt Innenwirtschaft) sind (entwickelt) und bewertet.
6. Planungsinstrumente Bauen und Arbeit sind aktualisiert.
7. Methoden zur Bestimmung des landwirtschaftlichen Gebäudebedarfs sind evaluiert.
8. Systemanalyse Landwirtschaftsbetrieb liegt am Beispiel Milchviehbetrieb vor.

2.3 Literaturangaben

- Achilles W., Eurich-Menden B., Hülsbergen K., Hörning B., Kempkens K., Klöble, U., Knierim U., Lange S., Schumacher U. und Sundrum A., 2008. Systembewertung der ökologischen Tierhaltung. KTBL-Schrift 462, KTBL Darmstadt, 128 S
- Deary et al., 1997. Stress in farming. Stress Medicin, VOL. 13 S. 131 - 136
- Eurich-Menden B., Achilles W. und Harder H., 2006. Nationaler Bewertungsrahmen Tierhaltungsverfahren. KTBL-Schrift 446, KTBL Darmstadt, 778 S.
- Gazzarin C. und Hilty R., 2002. Stallsystem für Milchvieh: Vergleich der Bauinvestitionen. FAT-Berichte 586, 20 S.
- Gazzarin C., Erzinger S., Friedli K., Mann S., Möhring A., Schick M. und Pfefferli S., 2004. Milchproduktionssysteme für die Talregion - Bewertung mit einem Nachhaltigkeitsindex. FAT-Berichte 610, 8 S.
- Heinrich A., 2007. Landschaft und Bauen Hinweise zur Einpassung landwirtschaftlicher Bauten in die Landschaft. ART-Berichte 670, 8 S.
- Heinrich A. und Kaufmann R., 2006. Landwirtschaftliches Bauen und Landschaft (BAULA). FAT-Schriftenreihe 69, 160 S.
- Hilty R. und Herzog D., 2003. Wie teuer sind Milchviehställe wirklich? FAT-Schriftenreihe 56, 60 S.
- Hilty R., Van Caenegem L. und Herzog D., 2005. Preisbaukasten - Baukostensammlung für landwirtschaftliche Betriebsgebäude. FAT-Preisbaukasten, 100 S.
- Mann S. und Gennaio M.-P., 2011. Wendepunkte in der Dorfentwicklung. ART-Schriftenreihe 16, 40 S.
- Pelzer A., Kaufmann O., Richter H. und Hampel E., 2011. Entwicklung eines mehrdimensionalen Bewertungssystems zur objektiven Bestimmung der Tiergerechtigkeit unter besonderer Berücksichtigung tierbezogener Kriterien und Indikatoren. 10. Tagung Bau, Technik und Umwelt in der Nutztierhaltung in Kiel, KTBL Darmstadt, S. 62-68.
- Rossier D. und Gaillard G., 2004. Ökobilanzierung des Landwirtschaftsbetriebs - Methode und Anwendung in 50 Landwirtschaftsbetrieben. FAL-Schriftenreihe 53, 142 S.
- Rossier R. und Picard R., 2009. Schweizer Bauernfamilien im Wandel der Zeit. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, 107 S.
- Schader C. und Stolze M., 2011. Bewertung der Nachhaltigkeit der biologischen Landwirtschaft in der Schweiz durch Experten. 11. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, S. 331-335.
- Schick M. (2011): Role of human labour in relation to efficiency and effectiveness, with particular regard to small-scale farms : Book of abstracts (with full papers on CD inside). 19. CIOSTA CIGR V Conference 2011 – Efficient and safe production processes in sustainable agriculture and forestry. Vienna - Austria 2011, 29 June - 1 July , University of Natural Resources and Applied Life Sciences, 1-9.

- Schick M., 2005. Arbeitswissenschaftliche Betrachtung zur Milchviehhaltung unter Berücksichtigung von Zeitbedarf, Arbeitsproduktivität und -belastung. 7. Tagung Bau, Technik und Umwelt in der Nutztierhaltung in Braunschweig, KTBL Darmstadt, S. 229-234.
- Simon J., Lingenfeller P., Beibl A. und Kränsel E., 2006. Stallsysteme und Baukosten für Milchviehställe. LfL-Jahrestagung Artgerechte, umweltverträgliche und wettbewerbsfähige Tierhaltungsverfahren in Freising. LfL-Schriftenreihe 15, S. 81-115.
- Van Caenegem L., 2003. Baukostenvergleich zwischen der Schweiz, Österreich, Deutschland und Frankreich - Warum sind landwirtschaftliche Betriebsgebäude in der Schweiz teurer?. FAT-Berichte 595, 12 S.
- Witzel E., 2006. BAUKOST - Investitionsbedarf und Jahreskosten für landwirtschaftliche Betriebsgebäude. Datenbank und CD, KTBL Darmstadt.
- Zähner M., 2001. Beurteilung von Minimalställen für Milchvieh anhand ethologischer und physiologischer Indikatoren. Dissertation Nr. 14193, ETH Zürich.
- Zähner M., 2009. Ganzheitliche Bewertung von Liegeboxenställen für Milchvieh. IGN-Tagung in Tänikon, Forschungsanstalt ART, Ettenhausen, S. 40-43.

2.4 Daten und Methoden

2.4.1 Methodenentwicklung

Verfahrenstechnik

Im Bereich der Verfahrenstechnik sind die folgenden Entwicklungen vorgesehen:

a) Melken:

- Mindestanforderungen und Empfehlungen für Melkplatzabmessungen von Gruppenmelkständen liegen vor. Hierzu wird eine neuartige berührungslose Methode zur Vermessung von Milchkühen eingesetzt. Die Mindestanforderungen werden nach ethologischen, arbeitswirtschaftlichen, verfahrenstechnischen und ökonomischen Standards festgelegt.
- Empfehlungen zu strömungstechnischen Optimierung der Installation von Melkanlagen liegen vor. Hierzu werden optimierte Installationsvarianten an der experimentellen Melkwand in Tänikon sowie im Versuchsmelkstand in Tänikon installiert und bewertet.
- Parameter zu Bewertung von Melkmaschinen (Milking Time Test) sind untersucht und Referenzwerten liegen vor. Hierzu werden diagnostische Methoden zusammen mit der Industrie eingesetzt und verfahrenstechnisch bewertet.

b) Füttern:

- Eine Methode zur Überwachung der Gesundheit von Wiederkäuern und Pferden wird aufgrund von nicht invasiven Messgrößen am Tier entwickelt und mit Industriepartnern praxistauglich gemacht.

c) Entmistung:

- Ein Verfahren zur Entmistung von Laufflächen wird zusammen mit Industriepartnern entwickelt.

Arbeitswirtschaft

a) Zeitwirtschaft

- Eine Methode zur automatisierten Arbeitszeiterfassung in der Innenwirtschaft wird entwickelt und bewertet.
- Eine einfache Methode zur Erfassung der Aufzeichnungspflichten in der Landwirtschaft ist entwickelt und international überprüft.
- Mehrere Methoden zur Ablösung der bisherigen SAK-Faktoren sind entwickelt und bewertet.
- Eine Methode zur Qualitätssicherung arbeitswirtschaftlicher Kennzahlen ist erarbeitet und im internationalen Einsatz.

b) Ergonomie

- Eine Methode zur Erfassung der psychischen Belastungskomponenten in der Landwirtschaft ist entwickelt und Minderungsmaßnahmen daraus abgeleitet.

Bauwesen

- Eine Methode zur energetischen Bewertung von Stallgebäuden ist entwickelt und bewertet.
- Eine einfach anwendbare Methode zur Stallklimamessung ist entwickelt und im Praxiseinsatz.
- Eine Methode zur Kostenberechnung landwirtschaftlicher Gebäude auf der Elementebene ist zusammen mit internationalen Partnern und der Industrie entwickelt und im Einsatz.

Raumplanung

- In zu bestimmenden Modellregionen sind basierend auf den GIS-Daten der Kantone neue Ansätze der Raumplanung modellhaft auszuarbeiten. Effekte wie die zentrale Haltung von Tieren und Maschinen sind abzubilden und daraus folgend sind umsetzbare Handlungsempfehlungen für die Raumplanung und den Vollzug zu erarbeiten.
Die Erfahrungen des Arbeitsvoranschlags und SwissLand sollen einfließen.
Es ist abzuklären, mit welchen Methoden sich die Zielkonflikte in einer Region bestmöglich lösen lassen. Es ist abzuklären, ob neu zu erstellende Modelle einen Beitrag zur Problemlösung beitragen oder ob andere Ansätze die Probleme angehen könnten

Systembewertung

- Eine Methode zur landwirtschaftlichen Systembewertung wird erarbeitet und am Beispiel des Versuchsbetriebes Tänikon überprüft.

2.4.2 Daten

Die erarbeiteten Daten stehen zunächst auf der Verfahrensebene für die Politikberatung, den Vollzug und die landwirtschaftliche Praxis zur Verfügung. Sie werden in die Modellfamilien Arbeitsvoranschlag und Preisbaukasten eingepflegt und dienen als Grundlage für die weitergehende Systembewertung.

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

- Wissenschaftliche Publikationen (Tagungsbeiträge, Zeitschriften)
- Dissertationen mit Folgepublikationen
- Praxispublikationen Schweiz (Grüne Presse)
- ART-Berichte
- Softwareprodukte auf Homepage
- Vorträge (Praxis, Beratung, Ausland)
- Vorlesungen (ETH, HAFL, Hohenheim)
- Besucherwochen Tänikon

3.2 Kunden

Kunden sind Produzenten, Bauplaner, Berater, Forschung, Schulung, Behörden, Industrie, Fachorganisationen und Medien.

BLW, BFE, BAFU, BSV, Kantone, Vollzugsorgane, Universitäten, Fachhochschulen, Fachschulen, nicht landwirtschaftliche Bevölkerung

3.3 Nutzen

- Planungshilfsmittel für Praxis, Vollzug, Politik und Beratung
 - Arbeitsvoranschlag, PROOF, Preisbaukasten
- Planungsdaten für Ressourceneffizienzprojekte (Vollzug)
 - Berichte, Kalkulationsgrundlagen
- Leuchtturmprojekte als Grundlage für Investitionen (Praxis)
 - Modellvorhaben (z.B. Automatische Fütterung, Bodenbeläge, Boxengestaltungen)

3.4 Impact

- Arbeitsbelastung (psychische und physische) sinkt
- Wirtschaftlichkeit der Produktionssysteme nimmt zu
- Tiergesundheit und Tierwohl steigen
- Planungshilfsmittel Arbeit und Bauen im schweizweiten Einsatz



Tätigkeitsfeld-Beschreibung 14.44.4.1

Ressourcenoptimierte Verfahrenstechnik

1 Übersicht

1.1 Grunddaten

Titel Originalsprache	Optimierung der Verfahrenstechnik im Pflanzenbau bezüglich Ressourcenverbrauch, Emissionen und Oekonomie
Titel Originalsprache kurz	Ressourcenoptimierte Verfahrenstechnik
Titel englisch	Optimizing agricultural engineering in crop production in terms of resource use, emissions and economy
Title english short	Resource efficient agricultural engineering
Titre français	Optimisation des procédés de production végétale en terme de ressources, d'émissions et de rentabilité
Titre français court	Optimisation des procédés de production
LeiterIn Tätigkeitsfeld	Thomas Anken
Stv. LeiterIn Tätigkeitsfeld	Marco Landis
Keywords	tractor, energy, emission, mechatronic, image analysis, weed, ICT, automation
Beginn	2014
Dauer	4 Jahre
Beitrag zu Kernthema*	12.1 Schutz natürlicher Ressourcen

* Die Thematischen Schwerpunkte sind Gegenstand des Leistungsauftrags. Jeder Thematische Schwerpunkt besteht aus 3 bis 4 Kernthemen.

1.2 Zusammenfassung

Leistungsfähige Agrartechnik hat im vergangenen Jahrhundert die Arbeitskraft in der Landwirtschaft in hohem Masse substituiert und die Leistungsfähigkeit der Produktionsverfahren enorm erhöht. Heute erlaubt die Mechatronik ein Erzielen weiterer Effizienzzuwächse. Sensoren ermöglichen die Erfassung von Zuständen, die sich mittels Rechenmodellen und Steuerungssystemen auf Aktoren übertragen lassen. Das Zusammenspiel mechanischer, elektronischer und informationstechnischer Komponenten optimiert Produktionssysteme in verfahrenstechnischer, arbeits- und betriebswirtschaftlicher Hinsicht. Mechatronik macht Pflanzenbauverfahren mit weniger Energie-, Dünger- und Pflanzenschutzmitteleinsatz nachhaltig ertragsfähiger und umweltschonender. Sie erhöht die Ergonomie durch die Reduktion belastender körperlicher Arbeiten; verbessert mit automatisch erhobenen Daten die Prozesskon-

trolle, steigert die Produktqualität und führt zu einem besseren Betriebsmanagement.

Im Bereich der Energie kommt dem Treibstoffverbrauch eine hohe Bedeutung zu. Jährlich werden in der schweizerischen Landwirtschaft 150 Mio. Liter Diesel motorisch verbrannt. Hier gilt es verbesserte Grundlagen zum energiesparenden Einsatz zu schaffen. Dabei kommt besonders der Verbesserung der Fahrstrategien und der optimierten Einstellung der Maschinenparameter eine besondere Bedeutung zu.

Im Pflanzenbau weist die teilflächenspezifische Landbewirtschaftung ein grosses ungenutztes Potential auf. Von der Saat über die Pflege bis zur Ernte können durch Mechatronik viele Arbeitsschritte auf Ebene Teilfläche und Einzelpflanze optimiert werden. Besondere Bedeutung kommen hier den arbeitsintensiven Bereichen Gemüse- und Obstbau sowie Biolandbau zu. Mittels entsprechender Sensorik sind Kulturpflanzen, Begleitflora und deren Entwicklungszustände zu erkennen und Prozesse wie Hilfsstoff- und Düngerapplikation, Steuerung von Geräten für die Unkrautregulierung und Ernte ortsspezifisch auszuführen. Erste Geräte für die Unkrautregulierung von Blacken auf Wiesen oder der Unkrautbekämpfung auf dem Feld sind verfügbar, sie müssen jedoch für einen breiten Praxiseinsatz technisch verbessert werden. In Kooperation mit Partnern aus Forschung und Wirtschaft und der Industrie sind die Grundlagen auszubauen und ist die Umsetzung in die Praxis anzugehen.

2 Forschungsplan / Tätigkeitsfeld-Beschreibung

2.1 Problemstellung / Gegenstand

Der Einsatz von Agrartechnik ist die Grundvoraussetzung für die heutige landwirtschaftliche Produktion. Der grosse technische Fortschritt im vergangenen Jahrhundert führte in vielen Bereichen zu einer weitgehenden Substituierung der menschlichen Arbeit verbunden mit einer enormen Rationalisierung und einer starken Steigerung der Produktivität. Die Agrartechnik ist auch heute einer der Schlüsselfaktoren, um die landwirtschaftliche Produktion ressourcenschonender, effizienter und wirtschaftlicher zu gestalten.

Mit einem jährlichen Dieserverbrauch der landwirtschaftlichen Fahrzeuge von 150 Mio. Liter Diesel in der Schweiz wird eine grosse Energiemenge benötigt. Es gilt Möglichkeiten zu suchen, wie der Treibstoffverbrauch gesenkt werden kann und wie sich der durch die motorische Verbrennung entstehende hohe Dieselausstoss landwirtschaftlicher Fahrzeuge reduzieren lässt. Wie im Strassenverkehr entfacht die angedachte Limitierung der CO₂-Emissionen landwirtschaftlicher Fahrzeuge zahlreiche Diskussionen, die, aus wissenschaftlicher Sicht, auf dürftigen Grundlagen basieren.

Arbeiten in der Pflanzenproduktion werden zum grössten Teil ganzflächig und nicht teilflächen- oder einzelpflanzenspezifisch ausgeführt. Die Ist-Zustände der natürlichen Systeme wie Entwicklung von Kulturpflanzen und Begleitflora als auch Bodenparameter wie Wasser- und Nährstoffverfügbarkeit können nur in beschränktem Masse einbezogen werden. Für eine Schonung der natürlichen Ressourcen sollten beispielsweise Herbizide nur noch auf die Zielpflanzen und nicht mehr auf die gesamte Fläche appliziert werden. Im Bereich der Unkrautregulierung sind differenzierte Verfahren notwendig, um fehlende, nicht mehr zugelassene Wirkstoffe durch herbizidfreie Verfahren zu ersetzen. Neue Technologien wie Bildanalyse und zentimetergenaue Satellitenortung bieten potente technische Möglichkeiten, die es zu spezifischen Anwendungen weiterzuentwickeln gilt.

Weitere Potentiale der Verfahrensoptimierung im Pflanzenbau wie die Untersuchung unterschiedlicher Gülleausbringverfahren sollen ebenfalls kritisch untersucht und weiterentwickelt werden.

2.2 Ziele

1. Energieeffizienz und Abgasemissionen von Traktoren mit neuartigen Antriebssträngen und Abgasnachbehandlungssystemen sind bekannt.
2. Treibstoffsparpotentiale von Produktionsverfahren sind mit einem Softwaretool für Praktiker einfach berechenbar.
3. Der Agrarumweltindikator Energie national wird für das Bundesamt für Landwirtschaft berechnet.
4. Im Pflanzenbau stehen Anwendungen zur Verfügung, die den Einsatz von Pflanzenschutz- und Düngemitteln reduzieren, die Arbeitszeit senken und die Ergonomie wie die Prozessqualität steigern.
5. Der Einfluss von Gülleausbringverfahren auf Botanik und Ertrag ist anhand zweier Praxisversuche ergründet.

2.3 Literaturangaben

- Anken, T., M. Holpp, et al. (2012). "Soil and plant responses to controlled traffic farming in Switzerland." *Agrosiencia Uruguay special issue*. 8 p.
- Didelot D., Dörfler R., Fealy R., Holpp M., Kelly R., Latsch A. u. Thyssen I., 2012. ERA-Net ICT-AGRI Strategic Research Agenda. Lötscher M. [Hrsg.]. Copenhagen, 42.
- EPA, 2004. Exhaust and Crankcase Emission Factors for Nonroad Engine Modeling-Compression-Ignition. Report No. NR-009c. Assessment and Standards Division EPA, Office of Transportation and Air Quality. U.S. Environmental Protection Agency.
- Geyer M., Gebbers R. u. Griepentrog H. W., 2009. Maschine statt Mensch? In welchem Umfang kann Technik die Erntearbeiten im Gemüsebau rationalisieren? *Gemüse*, 1, S. 21–23.
- Kramer E. u. Schwarz J., 2004. Anforderungen zukünftiger Einsatzszenarien an autonome Feldroboter. *Landtechnik*, 5, S. 258f.
- Landis M., 2012. Dynamischer Messzyklus für Emissionsmessungen an Traktoren. In: VDI-Max-Eyth-Gesellschaft [Hrsg.]: 70. Internationale Tagung Landtechnik, 6. - 7.11.2012, Karlsruhe, S. 81-86.
- Rössler, P., T. Kautzmann, et al., 2012. Online parametrierbare Traktor-Gerätemodelle. *Landtechnik*, 4, 247–250.
- Rüegg J., Total R., Holpp M., Anken T. u. Bachmann T., 2011. Satelliten-gesteuerte Lenksysteme im Feldgemüsebau - Stand der Technik, praktische Erfahrungen und Empfehlungen. *Agroscope Changions-Wädenswil (ACW), ACW-Flugschrift*, 14 S.
- Schäfer C., 2010. Berechnungen zum Kraftstoffbedarf der pflanzlichen Produktion und Abschätzung von Einsparpotentialen unter Berücksichtigung verschiedener Anbauverfahren. *Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)*, 69 S.
- Schäffeler U. u. Keller M., 2008. Treibstoffverbrauch und Schadstoffemissionen des Offroad-Sektors, Studie für die Jahre 1980–2020. *Bundesamt für Umwelt, Umwelt-Wissen Nr. 0828.*, Bern, 172 S.
- Seatovic, D., H. Kutterer, et al. (2009). Automatic Weed Detection in Grassland - SmartWeeder, let the machines do the job! *Agricultural Engineering*, Hannover, VDI-Verlag, Düsseldorf. 6 p.
- Schreiber M., Schutte B. u. Kutzbach D., 2004. Kraftstoffverbrauch bei der Bodenbearbeitung. *Landtechnik*, 4, S. 204–205.

2.4 Daten und Methoden

1. Die Energieeffizienz landwirtschaftlicher Fahrzeuge wird mittels erweiterter Prüfstands- und Feldmessungen (Aufzeichnung der CAN-BUS-Daten des Traktors) erhoben.
2. Diese Grunddaten fließen in ein erweitertes Modell, mit dem sich der Treibstoffverbrauch und dessen Einsparpotentiale aufzeigen lassen.
3. Die Methode für die Berechnung des Agrarumweltindikator Energie national liegt vor, wird jährlich angewandt und weiterentwickelt.

4. Die Weiterentwicklung von Anwendungen zur teilflächenspezifischen Bewirtschaftung stützt sich auf dem Markt verfügbare mechatronische Komponenten. Für die Ortung von Objekten und Pflanzen stellen dreidimensionale Daten, die mittels Kameras und Laser generiert werden, eine zentrale Methode dar. Für ortstreue Vorgänge dienen satellitenbasierte Ortungssysteme, die sich für zahlreiche Anwendungen einsetzen lassen.
5. Der Einfluss der Gülleapplikationstechnik auf Ertrag und Botanik wird mittels zweier Feldversuche näher untersucht.

3 Relevanz und Nutzen

3.1 Berichterstattung

- Wissenschaftliche Publikationen in Form reviewter Beiträge
- Praxispublikationen in der Fachpresse
- Vorträge und Beiträge an nationalen Tagungen wie Agrartechniktage Tänikon
- Vorträge und Demonstrationen für die Praxis anlässlich Besucherwochen und Tagungen
- Beiträge an internationalen Konferenzen wie der AgEn2014 in Zürich
- Vorlesungen an ETH, Hochschulen und landwirtschaftlichen Schulen

3.2 Kunden

- Landwirtschaftliche Schulung und Beratung
- Landwirte und Lohnunternehmer
- Verwaltung
- Internationale wissenschaftliche Community
- KMU

3.3 Nutzen

- Landwirtschaftliche Schulen und Beratung: Profitieren durch neue Grundlagen und Hilfsmittel
- Landwirte und Lohnunternehmer: Können ihr Wissen über eine ressourcenschonendere Produktion erweitern.
- Firmen und Praktiker erhalten neue Grundlagen zur Verfügung gestellt.
- Verwaltung: Erhält Hinweise, wie Agrarpolitik weiter entwickelt werden kann.
- Internationale wissenschaftliche Community: Wird durch erarbeitetes Wissen aus der Schweiz bedient.

3.4 Impact

- Treibstoffverbrauch und motorische Emissionen in der Landwirtschaft sind bekannt und stehen für die sachpolitische Entscheidungsfindung zur Verfügung.
- Mittels Entscheidungshilfe-Tools für die Praxis wird der Treibstoffverbrauch gesenkt.
- Der Agrarumweltindikator Energie national schafft objektive Entscheidungsgrundlagen für Praxis und Entscheidungsträgern.
- Der Einsatz von Mechatronik und objektspezifischen Techniken vermindert den Hilfsstoffeinsatz und verbessert die Effizienz der Produktionsprozesse.
- Die Effizienz des Gülleinsatzes wird durch bessere Kenntnisse der Zusammenhänge erhöht.