



**Projekte des SFF 14:
Nachhaltigkeit und Ökoeffizienz der Landwirtschaft bewerten
und Verbesserungsmöglichkeiten aufzeigen**

***Projets du CSR 14:
Evaluation de la durabilité et de l'écoefficiente de l'agriculture
et mise en évidence des possibilités d'amélioration***

- 18.14.13.09.01 Emissionen von Mikroverunreinigungen aus der Landwirtschaft in die Gewässer
- 18.14.17.01.04 Bewertung von Massnahmen zur Minderung von Ammoniakemissionen
- 18.14.19.02.01 Reduktion landwirtschaftlicher Stickstoff- und Phosphoreinträge in die Gewässer der Schweiz
- 18.14.19.02.02 Optimierung von Ressourcennutzung und Stoffflüssen in Agrarökosystemen
- 18.14.19.02.03 Zentrale Auswertung von Agrarumweltindikatoren
- 18.14.19.07.01 Weiterentwicklung der Ökobilanzmethode und Berechnungswerkzeuge SALCA und Anwendung auf aktuelle Forschungsfragen
- 18.14.19.07.02 Entwicklung von Methoden für die Bewertung der Nachhaltigkeit von Landwirtschaftsbetrieben
- 18.14.20.03.04 Bewertung von Standorten und Geruchsimmissionen aus der Nutztierhaltung



Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	286
Beitrag zu SFF	14
Beitrag zu weitem SFF	15

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	00.000
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein

Titel Originalsprache

Emissionen von Mikroverunreinigungen aus der Landwirtschaft in die Gewässer

Mikroverunreinigungen

Emission of micropollutants from agriculture to surface waters

Natürliche Toxine

Ausgangslage und Problemstellung

Emissionen aus der Landwirtschaft belasten die Oberflächengewässer nicht nur mit Nährstoffen und Pflanzenschutzmitteln, sondern auch mit Steroidhormonen aus der Nutztierhaltung und natürlichen Toxinen wie Mykotoxinen oder Pflanzentoxinen. Die Identität dieser Verbindungen, das Ausmass dieses Eintrags und die daraus resultierende Exposition von Oberflächengewässern mit diesen Arten von Mikroverunreinigungen sind weitgehend unbekannt.

Ziele und Forschungsfragen

Die Ziele dieses Projektes ergeben sich im Wesentlichen aus den drei Dissertationen, welche diesem zu Grunde liegen. In Kürze sind dies im Einzelnen:

- 1) Für „Phytotoxins: aquatic micropollutants of concern? (PHYCROPOLL)“: Die systematische Untersuchung der Exposition der aquatischen Umwelt mit Phytotoxinen,
- 2) Für „Estrogene aus der Landwirtschaft (EstroLand)“: Die quantitative Erfassung des Vorkommens und Verhaltens von Estrogenen aus der Landwirtschaft in Oberflächengewässern, und
- 3) Für „Natural Toxins and Drinking Water Quality – from Source to Tap (NaToxAq)“: Die systematische Identifizierung, Quantifizierung und Elimination von natürlichen Toxinen in Trinkwasser.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 14 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Das Projekt trägt bei zur Erfassung und Modellierung von Stoffflüssen aus der Landwirtschaft in die Umwelt und liefert wissenschaftliche Grundlagen zur Verringerung von Umweltbelastungen, namentlich der Oberflächengewässern, mit bis anhin grösstenteils vernachlässigten organischen Mikroverunreinigungen.

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

zu SFF Nr. 15: Die beschriebenen Mikroverunreinigungen gelangen entweder über Hofdünger oder Nutzpflanzen zunächst auf den Boden. Entsprechend leistet dieses Projekt einen Beitrag zur Erfassung der Schadstoffbelastung des Bodens und zum Bodenschutz.

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

Natürliche Toxine kommen als sekundäre Metaboliten in einer Unzahl von (Nutz-)Pflanzen vor, auch im Biolandbau.

Material und Methoden (grob skizziert)

- Analytische Methodenentwicklung zur Bestimmung von Steroidhormonen und Pflanzentoxinen in Umweltmedien (Wasser, Hofdünger, Boden) mittels verschiedener Extraktionsverfahren und anschliessender Quantifizierung mittels LC-MS.
- Bestimmung chemisch-physikalischer Eigenschaften von Pflanzentoxinen mittels Batch-Verteilungsexperimenten, HPLC und Kolonnenversuchen.
- Durchführung verschiedener Feldstudien (Versuchsstall, Emissionsstudien aus Versuchsfeld Schlag 117, Hofdünger- und Oberflächengewässermonitoring).
- Dateninterpretation & Publikation

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

- Backe W.J. 2015 An Ultrasensitive (Parts-Per-Quadrillion) and SPE-Free Method for the Quantitative Analysis of Estrogens in Surface Water. Environ. Sci. Technol. 49, 14311-14318.
- Bucheli T.D. 2014 Phytotoxins: environmental micropollutants of concern? Environ. Sci. Technol. 48, 13027-13033.
- Combalbert S, Hernandez-Raquet G. 2010 Occurrence, fate, and biodegradation of estrogens in sewage and manure. Appl. Microbiol. Biotechnol. 86, 1671-1692.
- Hoerger C.C., Wettstein F.E., Hungerbühler K., Bucheli T.D. 2009 Occurrence and origin of estrogenic isoflavones in Swiss river waters. Environ. Sci. Technol. 43, 6151-6157.
- Johnson A., Williams R., Matthiessen P. 2006 The potential steroid hormone contribution of farm animals to freshwaters, the United Kingdom as a case study. Sci. Total Environ. 362, 166-178.
- OECD 107: Partition Coefficient (n-octanol/water): Shake Flask Method. OECD Guidelines for the Testing of Chemicals 1995.
- OECD 117: Partition Coefficient (n-octanol/water), High Performance Liquid Chromatography (HPLC) Method. OECD Guidelines for the Testing of Chemicals 2004.
- Schenzel, J., Goss, K.U., Schwarzenbach, R.P., Bucheli, T.D., and Droge, S.T. 2012 Experimentally determined soil organic matter-water sorption coefficients for different classes of natural toxins and comparison with estimated numbers. Environ. Sci. Technol. 46, 6118-6126.
- Schoenborn A., Kunz P., Koster M. 2015 Estrogenic activity in drainage water: a field study on a Swiss cattle pasture. Environmental Sciences Europe. 27, 17.
- Zheng W., Yates S.R., Bradford S.A. 2007 Analysis of steroid hormones in a typical dairy waste disposal system. Environ. Sci. Technol. 42, 530-535.

Teaser und Kurzzusammenfassung des Projektes für Kommunikation/Internet

(Teasertext: max. 400 Zeichen; Kurzzusammenfassung: max. 800 Zeichen inkl. Leerzeichen)

Natürliche Toxine aus der Landwirtschaft wie Steroidhormone, Myko- und Pflanzentoxine sind Mikroverunreinigungen in unseren Gewässern. Das Projekt klärt ihre Identität, das Ausmass ihres Eintrages und die resultierende Umweltbelastung. Damit trägt es zur Minimierung des Risikos solcher Verbindungen für Mensch und Umwelt bei.

Emissionen aus der Landwirtschaft belasten die Oberflächengewässer nicht nur mit Nährstoffen und Pflanzenschutzmitteln, sondern auch mit Steroidhormonen aus der Nutztierhaltung und natürlichen Toxinen wie Myko- oder Pflanzentoxinen. Die Identität dieser Verbindungen, das Ausmass ihres Eintrags und die daraus resultierende Exposition der Gewässer sind weitgehend unbekannt und sollen in diesem Projekt geklärt werden. Hierfür werden spurenanalytische Methoden zu deren Quantifizierung in der Umwelt entwickelt und eine Reihe von Feldstudien durchgeführt. Die so erhobenen Daten dienen als Grundlage zur Minimierung des Umweltrisikos solcher Verbindungen.

Genehmigung des Projektes	
Datum: 30.8.17	Visum FGL: both
Datum: 31.10.17	Visum FBL / KBL: jucr
Datum: 11.9.17	Visum V SFF: baro



Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	1852
Beitrag zu SFF	14
Beitrag zu weitem SFF	06, 11, 13, 17

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	3.132, 3.136, 4.25, 4.44, 4.45, 4.46, 4.47, 4.48, 4.49, 4.50, 4.54, 4.64, 5.9, 9.28, 16.12, 20.76, 23.125, 23.178, 28.82
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein

Titel Originalsprache

Bewertung von baulichen, verfahrenstechnischen und organisatorischen Massnahmen zur Ammoniak-Minderung: Emissionen (NH₃, CH₄, N₂O, CO₂), Ethologie, Arbeitswirtschaft, Wirtschaftlichkeit, Funktion

Bewertung von Massnahmen zur Minderung von Ammoniakemissionen

Evaluation of structural, process-engineering and organisational ammonia abatement measures: emissions (NH₃, CH₄, N₂O, CO₂), ethology, labour economics, economics, practical feasibility

Emissionen, Rind, Minderungsmaßnahmen, Ammoniak, Methan, Lachgas, Kohlendioxid, Milchviehhaltung, Tracergastechnik, Entmistung, Laufflächen, Weide, Tierverhalten, Hofdünger, Investitionen, Kosten, Arbeitswirtschaft, ganzheitliche Bewertung

Ausgangslage und Problemstellung

Die gesamtschweizerischen Emissionen von Ammoniak (NH₃) von rund 48 000 t NH₃-N jährlich müssen gemäss den Umweltzielen Landwirtschaft (BAFU und BLW, 2008) auf rund 25 000 t NH₃-N vermindert werden. Die NH₃-Emissionen stagnieren jedoch seit 2000 auf dem hohen Niveau von rund 48 000 t NH₃-N pro Jahr. Somit besteht nach wie vor eine grosse Ziellücke beim Erreichen der Umweltziele (Bundesrat, 2016). Nach Modellrechnungen stammten die NH₃-Emissionen im Jahr 2014 zu etwa 93 % aus der Landwirtschaft (FOEN, 2016). Davon kommen rund 34 % aus der Stallhaltung von Nutztieren. Rindvieh hat mit 79 % den grössten Anteil an den NH₃-Emissionen. Der Anteil der Stallhaltung von Milchvieh an den gesamten NH₃-Emissionen gewinnt zunehmend an Bedeutung. Ursache dafür ist unter anderem die Zunahme der verschmutzten Flächen bei der Umstellung vom Anbindestall zum Laufstall. Zur Erreichung der Umweltziele sind demnach praxistaugliche Massnahmen zur Minderung von NH₃-Emissionen aus der Rindviehhaltung nötig, die in bestehenden Ställen bzw. Neu- und Umbauten unter Schweizer Haltungsbedingungen umgesetzt werden können. Die Erwartungen an Agroscope von Seiten des Vollzugs, von Firmen, der Beratung und im Rahmen von Förderprogrammen bzw. Massnahmenplänen von Bund und Kantonen für eine verbesserte Datengrundlage von NH₃-Minderungsmaßnahmen sind gross. Zur breiten Umsetzung von Minderungsmaßnahmen müssen sowohl die Minderungswirkung im Praxismassstab quantifiziert sein als auch eine ganzheitliche Bewertung der Massnahmen vorliegen (Ethologie, Investitionen und Jahreskosten, Arbeitszeit, Energieeffizienz, Effekte auf weitere Schadgase, weitere Umweltwirkungen etc.).

Dieses Projekt leistet sowohl im nationalen als auch internationalen Kontext wichtige Beiträge zur Bewertung und zum Vergleich von NH₃-Minderungsmaßnahmen der Rindviehhaltung und somit zur Reduktion der NH₃-Emissionen. Weiter dienen die Ergebnisse zur Aktualisierung von nationalen und internationalen Emissionsinventaren sowie als Grunddaten für Emissionsmodelle (z.B. Agrammon), der Modellierung von Umweltwirkungen (z.B. Ökobilanzen) und Stoffflüssen (z.B. Agrammon). Mit diesem Projekt finden die 2015 begonnenen Emissionsmessungen im Emissionsversuchsstall in Tänikon in Zusammenarbeit mit der Empa ihre Fortsetzung. Die ganzheitliche Bewertung von NH₃-Minderungsmaßnahmen leistet weiter einen Beitrag, wie Neu- und Umbauten landwirtschaftlicher Milchviehställe nachhaltig gebaut und betrieben werden.

Ziele und Forschungsfragen

Ziele:

Baulich-technische und organisatorische Massnahmen sowie ggf. Fütterungsstrategien zur Minderung von NH₃-Emissionen bei Laufstallhaltung für Milchvieh sind bis zur Praxisreife (weiter-) entwickelt und das Minderungspotenzial im Emissionsversuchsstall vergleichend quantifiziert. Relevante Einflussgrössen auf die Emissionen wie beispielsweise Stall- und Aussenklima, Fütterungsaspekte, Verfahrenstechnik etc. sind aufgezeigt. Mit Blick auf eine ganzheitliche Bewertung der Minderungsmaßnahmen sind weitere Aspekte wie Tierverhalten, Investitionen, laufende Kosten, Arbeitszeit-, Energiebedarf, Wasserverbrauch etc. untersucht. Darüber hinaus sind Emissionen von klimarelevanten Gasen (Methan, Lachgas, Kohlendioxid) sowie ggf. von Feinstaub (PM₁₀) im Zusammenhang mit NH₃-Emissionen im Emissionsversuchsstall quantifiziert.

Empfehlungen zu NH₃-Minderungsmaßnahmen und zum Bau von Milchvieh-Laufställen stehen als Entscheidungshilfen für Bundesämter, Vollzug, Berateung, Stallplanung und Landwirtschaft zur Verfügung.

Methodische Fragestellungen zur Tracer-Ratio-Methode bzw. ein Vergleich mit weiteren Messansätzen zur Bestimmung von Emissionen sind bearbeitet.

Forschungsfragen:

Allgemein: Mit welchen baulich-technischen bzw. organisatorischen Massnahmen oder Fütterungsstrategien können NH₃-Emissionen aus der Milchviehhaltung nachhaltig reduziert werden? Welche Synergieeffekte (z.B. Klauen-/Tiersauberkeit, ungestörtes Fressen etc.) bzw. Nebenwirkungen auf Umwelt (z.B. pollution swapping, Energie-/Wasserverbrauch), auf Tiere (z.B. Ausrutschen, Milchleistung) bzw. auf Betriebs- und Arbeitswirtschaft (z.B. Investitionen, Wartungsaufwand etc.) bringen NH₃-Minderungsmaßnahmen mit sich?

Optimierte Entmistung: Können mit automatisierter Entmistung (z.B. Entmistungsroboter) die Reinigungsqualität von planbefestigten Laufflächen verbessert und die NH₃-Emissionen reduziert werden? Wie kann die automatisierte Entmistung optimiert werden (z.B. Reinigungsprinzip, Reinigungswerkzeuge, Routenwahl, Befeuchtung, Steuerung etc.)? Welchen Einfluss hat häufige automatisierte Entmistung auf das Tierverhalten? Wie hoch sind Investitionen und laufende Kosten?

Emissionsoptimierte perforierte Laufflächen: Welche emissionsoptimierten perforierten Laufflächen-Systeme aus dem Ausland sind auf Schweizer Haltungssysteme übertragbar? Wie hoch ist das NH₃-Minderungspotenzial unter Schweizer Haltungsbedingungen? Gibt es Synergieeffekte (z.B. Tiersauberkeit) bzw. negative Umweltwirkungen (z.B. pollution swapping)? Wo liegen die Grenzen bezüglich der Praxistauglichkeit unter Schweizer Bedingungen (z.B. Frost, Einstreu, ...)?

Stallhaltung kombiniert mit Weidegang: Wie hoch ist das NH₃-Minderungspotenzial bei Stallhaltung kombiniert mit Weidegang (Weidedauer gestaffelt)? Welche Auswirkungen hat der Weidegang auf Aspekte wie Milchleistung, Milchinhaltsstoffe, Fütterung, Kosten, Fress- und Wiederkäuerverhalten etc.? Wie wirken sich unterschiedliche Weidedauern auf den Hofdüngeranfall im Stall aus?

Methodische Aspekte: Wie gut ist die Übereinstimmung der kalkulierten Emissionen zwischen der Tracer-Ratio-Methode und der CO₂-Bilanzierung? Wo liegen die Grenzen der CO₂-Bilanzierung (Laufhof, hohe Luftrate, Hintergrundquellen etc.)? Welche weiteren Messmethoden eignen sich für die Quantifizierung von NH₃-Minderungsansätzen?

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 14 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Die systematische Quantifizierung von NH₃-Minderungsmaßnahmen aus der Milchviehhaltung schliesst einerseits Lücken bei Emissions- und Stoffflussmodellen sowie beim Inventar. Mit der gleichzeitigen Erhebung von CH₄-, N₂O- und CO₂-Emissionen werden weitere Effekte wie pollution swapping aufgezeigt. Zudem dienen diese Daten zur Aktualisierung des Inventars. Die Dokumentation von relevanten Begleitparametern zeigt weitere Effekte (z.B. Klima, Fütterung) auf die Emission auf. Die Ergebnisse der ganzheitlichen Bewertung von NH₃-Minderungsmaßnahmen mit Untersuchungen im Praxismasstab ermöglichen Empfehlungen und Entscheidungshilfen für Politik, Vollzug, Beratung, Planer und praktische Landwirtschaft. Methodische Schnittstellen bei der Beprobung von Gülle bestehen zum Projekt EstroLand (BAFU teil-finanziert, im Agroscope-Projekt Mikroverunreinigungen 18.14.13.9.01 integriert).

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

zu SFF Nr. 6: Die Optimierung von Haltungssystemen hinsichtlich NH₃-Emissionen leistet einen Beitrag zur Verbesserung der Ressourceneffizienz und damit auch zur besseren Akzeptanz der Tierhaltung in der Gesellschaft. Die Ergebnisse aus Messungen im Praxismassstab zeigen auf, wie sich bauliche, verfahrenstechnische und organisatorische NH₃-Minderungsmaßnahmen in der Milchviehhaltung auf ökologische Parameter (GHG-Emissionen, Energie-/Wasserverbrauch etc.), Tierverhalten (z.B. Fress-/Wiederkäuerverhalten, Ausrutschen, Nutzung von Stallbereichen), Leistung (Milchmenge, -Inhaltsstoffe), Tiersauberkeit, Arbeitszeitbedarf und Betriebswirtschaft auswirken.

zu SFF Nr. 11: In Absprache mit SFF11 wird die automatisierte Entmistung mit Blick auf verbesserte Reinigungsqualität optimiert (z.B. Routen, Steuerung). Weiter werden diverse Sensoren (z.B. Stallklimasensoren, Wiederkäuser) unter Stallbedingungen angewendet und ggf. Auswertungs-Algorithmen oder -Routinen evaluiert bzw. (weiter-)entwickelt.

zu SFF Nr. 13: Kosten und Nutzen von technischen Neuerungen zur Steigerung der Ressourceneffizienz durch Verminderung von NH₃-Emissionen werden aufgezeigt.

zu SFF Nr. 17: Klimarelevante Emissionen vom Stall (auch in Kombination von Weide) werden erfasst. Detaillierte Daten zum Stallklima werden bei verschiedenen Witterungsbedingungen dokumentiert.

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

Übertragung der Resultate und Massnahmen auf Biobetriebe möglich, da sich Haltungssysteme weitestgehend entsprechen

Material und Methoden (grob skizziert)

Die Untersuchungen der NH₃-Minderungsmaßnahmen werden im Emissionsversuchsstall (EVS) Waldegg in Zusammenarbeit mit der Empa in jeweils drei Jahreszeiten durchgeführt. Der EVS ermöglicht mit zwei Versuchsabteilungen für je 20 laktierende Kühe vergleichbare Bedingungen im Praxismassstab. Mit modularer Bauweise können Umbauten für Varianten effizient variiert und flexibel genutzt werden. Technische Optimierungsschritte werden in Kooperation mit Firmen durchgeführt und erfolgversprechende Minderungsmaßnahmen bis zur Praxisreife entwickelt. Das Minderungspotenzial der baulichen, verfahrenstechnischen und organisatorischen Minderungsmaßnahmen wird vergleichend zur Referenzvariante gemessen. Messungen in je drei Jahreszeiten (Sommer, Übergangszeit, Winter) pro Massnahme decken das klimatische Spektrum über ein gesamtes Jahr ab. Für die Bestimmung von Emissionen bei freier Lüftung und von Flächenquellen wie Laufhöfen wurde von Agroscope und Empa gemeinsam eine Tracer-Ratio-Methode mit zwei Tracergasen (SF₆, SF₅CF₃) entwickelt (Zeyer *et al.*, 2007, Schrade, 2009, Schrade *et al.*, 2012). Damit können die Emissionen von zwei Stallbereichen separat bestimmt bzw. zwei Emissionsquellen mit unterschiedlicher Quellstärke abgebildet werden. Die Analyse der beiden Tracergase erfolgt simultan mittels Gaschromatographie (GC-ECD). NH₃, CH₄, N₂O und CO₂ werden mittels Laserspektroskopie quantifiziert. Um relevante Einflussgrößen auf die Bildung und Freisetzung von NH₃ und klimarelevanten Gasen abzudecken und die Emissionssituation möglichst vollständig zu beschreiben, wird eine Vielfalt an Begleitparametern erfasst. Diese werden im Einzelnen je nach Minderungsmaßnahme angepasst:

- Klima im Stall und im Außenbereich: Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Lufttemperatur, Gülletemperatur, rel. Luftfeuchtigkeit, Luftdruck, Globalstrahlung usw.
- Tierparameter: Lebendmasse, Leistung, Milchlarnstoffgehalt, Milchinhaltstoffe, Tieraufenthalt, Verhalten, Tiersauberkeit usw.
- Daten zu Fütterung-, Einstreu und Exkrementen: Massen, Inhaltsstoffe, Güllevolumen usw.
- Laufflächenverschmutzung: Zur Bewertung ist der Laufflächenverschmutzung ist vorgesehen, neben bisher erhobenen Parametern zur Laufflächenverschmutzung wie Art, Höhe, Entmistungsqualität etc. weitere Kriterien einzu beziehen.
- Management-Aktivitäten: Entmistungs-, Einstreu-, Melk- und Fütterungszeiten usw.

Zur ganzheitlichen Bewertung der NH₃-Minderungsmaßnahmen werden weitere Investitionen und Jahreskosten berechnet und ggf. der Arbeitszeitbedarf erhoben.

Folgende NH₃-Minderungsmaßnahmen sind in den kommenden Jahren geplant: Emissionsoptimierte perforierte Laufflächen, optimierte automatisierte Entmistung (Einbau von erfolgsversprechenden Systemen bzw. Weiterentwicklungen von bestehenden Systemen zu Reinigungsprinzip und -werkzeug, Befeuchtung sowie Steuerung), Kombination von Stallhaltung mit Weidegang (z.B. gestaffelte Weidedauer). Darüberhinaus können Fütterungs- und Stallklimavarianten sowie die Kombination verschiedener NH₃-Minderungsmaßnahmen untersucht werden.

Die Ressourcen bei den Versuchstechnikern (VT) stehen bei diesem Projektumfang in Konkurrenz mit anderen Projekten in Tänikon (muss noch geklärt werden).

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

- Bougouin, A., Leytem, A., Dijkstra, J., Dungan, R.S. & Kebreab, E. 2016. Nutritional and environmental effects on ammonia emissions from dairy cattle housing: a meta-analysis. *Journal of Environmental Quality*, 45, 1123-1132.

- Edouard, N., Mosquera, J., Dooren H.J.C van, Mendes, L.B. & Ogink, N.W.M. 2016. Comparison of CO₂- and SF₆-based tracer gas methods for the estimation of ventilation rates in a naturally ventilated dairy barn. Biosystems Engineering, 149, 11-23.
- Poteko, J., Schrade, S., Steiner, B., Zähler, M., Bernik, R., & Schick, M. 2016. Quantifying the residual soiling mass after the removal of dung from solid floor surfaces in dairy housing: development and validation of a measuring method and results of comparative measurements. In: Proc. 25th Int. Scientific Symposium on Nutrition of Farm Animals, Zadavec-Erjavec Days 2016, Radenci, Slovenia, Bd. 25, 119-124
- Schrade, S., Zeyer, K., Gygax, L., Emmenegger, L., Hartung, E. & Keck, M. 2012. Ammonia emissions and emission factors of naturally ventilated dairy housing with solid floors and an out-door exercise area in Switzerland. Atmospheric Environment, 183–194.
- Schrade, S. & Keck, M. 2012. Ammoniak aus Rindviehställen: Emissionsfaktoren und Hochrechnung für die Schweiz. Agrarforschung Schweiz, 3, 486–491.
- Schrade, S., Zähler, M., Poteko, J., Steiner, B., Keck, M., Sax, M., Herzog, D. & Schick, M. 2015. Versuchsstall zur Entwicklung und Quantifizierung von Maßnahmen zur Minderung von Emissionen. In: Bau, Technik und Umwelt in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, KTBL, Darmstadt, Deutschland, 450-455
- Sommer, S. G., Zhang, G. Q., Bannink, A., Chadwick, D., Harrison, J. H., Hutchings, N. J., Menzi, H., Monteny, G. J., Ni, J. Q., Oenema, J. & Webb, J. 2006. Algorithms determining ammonia emissions from buildings housing cattle and pigs and from manure stores. Advances in Agronomy, 89, 261-335.

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

Die Nutztierhaltung bringt unerwünschte Emissionen in Form von Ammoniak und Treibhausgasen mit sich. Um die Umweltziele Landwirtschaft zu erreichen, sind wirksame und zugleich praxistaugliche Massnahmen nötig. Im Emissionsversuchsstall für Milchvieh werden bauliche, verfahrenstechnische und organisatorische Minderungsmaßnahmen sowie Fütterungsstrategien vergleichend untersucht und bewertet.

Zur Erreichung der Umweltziele Landwirtschaft sind praxistaugliche Massnahmen zur Minderung von Ammoniak-Emissionen aus der Rindviehhaltung nötig, die in bestehenden Ställen bzw. Neu- und Umbauten unter Schweizer Haltungsbedingungen umgesetzt werden können. Agroscope entwickelt und bewertet im Emissionsversuchsstall für Milchvieh bauliche, verfahrenstechnische und organisatorische Minderungsmaßnahmen sowie Fütterungsstrategien. Neben der Bestimmung der Emissionen (Ammoniak, Treibhausgase) mit der Tracer-Ratio-Methode werden weitere Parameter wie Klimadaten, Tierverhalten, Fütterungsdaten, Laufflächenverschmutzung etc. erhoben. Die Ergebnisse bilden die wissenschaftlich fundierte Grundlage einerseits für politische Entscheidungen als auch für Empfehlungen für Milchviehhalter, Berater, Planer und Stallbaufirmen.

Genehmigung des Projektes

Datum: 23.08.2017	Visum FGL: dofr
Datum: 31.10.2017	Visum FBL / KBL: hehd
Datum: 11.9.2017	Visum V SFF: baro



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.14.19.02.01

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Gewässerschutz N und P

Nr. Bereich.

19 Agrarökologie und Umwelt

Nr. Gruppe

19.2 Gewässerschutz und Stoffflüsse

Projektleitung/Stellvertretung

Volker Prasuhn / Ernst Spiess

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	1773
Beitrag zu SFF	14
Beitrag zu weitem SFF	15, 2, 16

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	1.6; 3.3; 3.60; 9.9; 18.35
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein

Titel Originalsprache

Reduktion landwirtschaftlicher Stickstoff- und Phosphoreinträge in die Gewässer der Schweiz

Reduktion landwirtschaftlicher Stoffeinträge in Gewässer

Reduction of nitrogen and phosphorus losses from agriculture to waterbodies

water protection, nitrogen, phosphorus, soil erosion, diffuse pollution, lysimeter

Ausgangslage und Problemstellung

Stickstoff(N)- und Phosphor(P)-Verluste aus der Landwirtschaft beeinträchtigen nach wie vor die Oberflächengewässer und das Grundwasser der Schweiz. Die gesteckten Umweltziele der schweizerischen Agrarpolitik bezüglich Gewässerqualität konnten gemäss «Umweltziele Landwirtschaft, Statusbericht 2016» (BAFU und BLW 2016) bisher grösstenteils nicht erreicht werden. Bestehende (Art. 62a GSchG) und neue regionale Programme (Art. 77a LwG) des Bundes sollen u. a. zur Behebung dieser Defizite beitragen. Für die Beurteilung der Effizienz der zu ergreifenden Massnahmen bedarf es wissenschaftlicher Grundlagen.

Zur Grundwasserbelastung mit Nitrat fehlen gesicherte, quantitative Angaben zu Auswirkungen des Biolandbaus, des Gemüseanbaus, konservierender Bodenbearbeitungsverfahren, des Anbaus verschiedener Zwischenkulturen sowie des Einsatzes von Hofdüngern unter schweizerischen Bedingungen. Mittels langjähriger, bestehender Lysimeterversuche sowie neuer Lysimeterversuche zu aktuellen Fragestellungen, wie z. B. dem Gemüseanbau, liefern wir wissenschaftliche Ergebnisse und Empfehlungen für die Praxis dazu.

Bezüglich der Phosphorbelastung von Oberflächengewässern durch Abschwemmung, Drainagen und Erosion sind bestehende Instrumente wie die Erosionsrisikokarte (ERK2) und die Gewässeranschlusskarte (GAK2) zu verbessern. Die genaue Identifikation von Flächen und Kurzschlüssen (Drainagen, Einlaufschächte), die zur Gewässerbelastung beitragen, soll helfen, gezielt und effizient Massnahmen planen zu können. Die Wirksamkeit von neuen Verminderungsmassnahmen (z. B. Querdammhäufel im Kartoffelanbau) wird getestet.

Mit dem Stoffflussmodell MODIFFUS wurden für die Schweiz flächendeckend die diffusen N- und P-Einträge in die Gewässer berechnet und mögliche Entwicklungen für 2025 aufgezeigt. Die Erkenntnisse zu den Nährstoffeinträgen in die Gewässer lassen sich teilweise auch auf die Pflanzenschutzmitteleinträge (PSM) übertragen. Dadurch werden Beiträge zum Nationalen Aktionsplan PSM geliefert, insbesondere zu den Punkten 6.2.1.2 (Reduktion der Abschwemmung von PSM in Oberflächengewässer) und 6.2.1.3 (Entwicklung von Strategien zur Reduktion der PSM-Einträge in Oberflächengewässer über Drainagen, die Entwässerung von Strassen und Wegen und über Schächte zu Parzellen).

Ziele und Forschungsfragen

Oberziel: Quantifizierung der N-, P- und Sedimenteinträge aus der Landwirtschaft in die Gewässer und der Wirkung von Reduktionsmassnahmen mittels Messungen unter teilkontrollierten Bedingungen (Lysimeter), im Feld sowie über Modellierungen.

Teilziele:

- a) Messung der Nitratauswaschung bei unterschiedlichen Anbausystemen (Vergleich Biolandbau - ÖLN) mittels langjähriger Lysimeterversuche und neuer Lysimeterversuche zu Kulturmassnahmen (z. B. Anbau verschiedener Zwischenkulturen, Hofdüngeranwendung) und zu Auswirkungen des Gemüseanbaus mit und ohne Abfuhr der Ernterückstände.
- b) Bestimmung von Boden- und P-Verlusten durch Wassererosion mittels Messungen unter Feldbedingungen (Langzeitmonitoring Frienisberg) und Modellierungen (Erosionsrisikokarte, Gewässeranschlusskarte).
- c) Identifizierung des Einflusses von beitragenden Flächen und Kurzschlüssen (Drainagen, Einlaufschächte) auf Stoffeinträge in Gewässer.
- d) Quantifizierung der diffusen N- und P-Austräge aus der Landwirtschaft in die Gewässer der Schweiz durch Weiterentwicklung des Stoffflussmodells MODIFFUS.
- e) Wissenschaftliche Begleitung von Projekten nach GSchG Art. 62a (Baldeggersee [LU], Gäu [SO]).
- f) Erarbeitung von wissenschaftlichen Grundlagen für die Agrarumweltindikatoren Erosionsrisiko, N- und P-Bilanzen und potentielle N-Emissionen.
- g) Beiträge zur internationalen Berichterstattung des BLW und BAFU im Bereich des Gewässer- und Erosionsschutzes (z. B. für OECD, IKS, OSPAR).
- h) Wissenschaftliche Beiträge zum Nationalen Aktionsplan Pflanzenschutzmittel.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 14 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Wir liefern praktikable Lösungen und Massnahmen für Politik und Landwirte zur Minderung von Nährstoffemissionen in die Gewässer und leisten damit einen Beitrag, die Ziellücken bei den Umweltzielen im Bereich der Gewässerbelastungen zu reduzieren. Wir erarbeiten Systemwissen und Grundlagen für die Agrarumweltindikatoren Erosionsrisiko, N- und P-Bilanz und potentielle N-Emissionen. Wir liefern Beiträge zur Ökobilanzierungsmethode SALCA (SALCA-P, SALCA-N, SALCA-Bodenqualität). Mit der Aktualisierung und Weiterentwicklung von Erosionsrisiko- und Gewässeranschlusskarte erarbeiten wir Systemwissen und Entscheidungshilfen für eine nachhaltige Bodennutzung, die gleichzeitig die Ziele des Gewässerschutzes berücksichtigt. Gleiches gilt für die Nitratauswaschung ins Grundwasser. Wir beurteilen verschiedene Anbau- und Bewirtschaftungsverfahren des Acker- und Gemüsebaus und leiten daraus Empfehlungen für die Praxis ab. Das System- und Prozessverständnis von Bodensystemen kann in den Lysimetern optimal erweitert werden. Unsere Forschung liefert einen Wissensbeitrag zur Verbesserung der Resilienz von Agrarökosystemen, zur Steigerung der Ressourceneffizienz und zur Minderung von Emissionen in die Umwelt, speziell in die Gewässer.

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

zu SFF Nr. 15: Boden- und Gewässerschutz sind sehr eng und vielfältig miteinander verknüpft. Standortangepasste Bodennutzung ist eine der zentralen Reduktionsmassnahmen von Nährstoffeinträgen in die Gewässer. Bodenerosion gilt als eine der grössten Gefahren für die Ressource Boden.

zu SFF Nr. 2: Ressourceneffizienz bezüglich Wasser, Boden und Nährstoffen verschiedener Anbauverfahren; standortangepasste Landwirtschaft bezüglich Bodenerosion, Abschwemmung und Nitratauswaschung

zu SFF Nr. 16: Feuchttackerflächen und Biodiversität: Abgrenzung, Bedeutung und Vorkommen von Feuchttackerflächen, Konflikte mit dem Gewässerschutz, Drainagenproblematik.

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

Vergleich Biolandbau und Ökologischer Leistungsnachweis (ÖLN) bezüglich Höhe der Nitratauswaschung in Lysimeterversuchen, Nitratauswaschungsfrachten im Biolandbau

Material und Methoden (grob skizziert)

- Die auf der 72er-Lysimeteranlage laufenden Versuche zur Nitratauswaschung wurden als Langzeitversuche angelegt und werden entsprechend den Versuchsplänen fortgeführt. Ergebnisse dieser Lysimeterversuche fliessen in das Stoffflussmodell MODIFFUS sowie in die Ökobilanzmethode SALCA-N ein.
- Auf der 12er-Lysimeteranlage wird im Rahmen des «Nitratprojekts Gäu-Oltén (NitroGäu)» (fremdfinanziert) die Nitratauswaschung unter intensivem Gemüseanbau untersucht.

- Die Erosionsrisikokarte der Schweiz (ERK2) wird weiterentwickelt und deren Einsatz in der Praxis wissenschaftlich begleitet.
- Die Identifizierung der zur P-Belastung beitragenden Flächen am Baldeggersee wird über umfangreiche Feldmessungen (automatische Wasserprobennehmer) und die Weiterentwicklung des bestehenden Niederschlags-Abfluss-Modells vollzogen (fremdfinanziert).
- Das an Agroscope entwickelte Stoffflussmodell MODIFFUS wird weiterentwickelt.
- Die Erkenntnisse aus den Lysimeter- und Felduntersuchungen bezüglich Erosion, Abschwemmung und Auswaschung von Nährstoffen werden für die Beurteilung der Risiken von Pflanzenschutzmittelausträgen genutzt.

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

- Alder, S., Prasuhn, V., Liniger, H., Herweg, K., Hurni, H., Candinas, A., Gujer, H. U. (2015): A high-resolution map of direct and indirect connectivity of erosion risk areas to surface waters in Switzerland - A risk assessment tool for planning and policy-making. Land Use Policy. 48, 236-249.
- Hürdler, J., Spiess, E., Prasuhn, V. (2015): Diffuse Nährstoffeinträge in Gewässer. Aqua & Gas 9, 66-78.
- Oberholzer, S., Prasuhn, V., Hund, A. (2017): Crop Water Use under Swiss Pedoclimatic Conditions – Evaluation of Lysimeter Data Covering a Seven-Year Period. - Field Crops Research 211, 48-65.
- Prasuhn, V. (2016): Abklärungen zum Umweltziel Landwirtschaft: Reduktion der landwirtschaftsbedingten Stickstoffeinträge in die Gewässer um 50 % gegenüber 1985. - Bericht im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt (BAFU). Agroscope Zürich, 38 S.
- Prasuhn, V., Chervet, A. (2017): Erosionsschutz in der Region Frienisberg - eine Erfolgsgeschichte. - Bodenbericht 2017, VOL Bern, 38-42.
- Prasuhn, V., Möhring, A., Bystricky, M., Nemecek, T., Gaillard, G. (2017): Ökonomische und ökologische Beurteilung von Gewässerschutzszenarien. Agrarforschung (im Druck).
- Prasuhn, V., Lemann, T., Schwilch, G., Bachmann, F., Bandi, M., Jaunin, V., Kellermann, L., Burgos, S. (2017): Der Einfluss von Lochstern und Querdammhäufel auf Erosion und Staunässe im Kartoffelanbau. BGS-Bulletin (im Druck).
- Prasuhn, V., Humphrys, C., Spiess, E. (2016): Seventy-two Lysimeters for Measuring Water Flows and Nitrate Leaching under Arable Land. NAS International Workshop on Applying the Lysimeter Systems to Water and Nutrient Dynamics. Wanju, Südkorea, 124-146.
- Spiess, E., Prasuhn, V., Humphrys, C. (2017): Einfluss des Umbruchtermins und des Alters einer Ansaatwiese auf die Nitratauswaschung. 17. Gumpensteiner Lysimetertagung, 87-92.
- Torrentó, C., Prasuhn, V., Spiess, E., Ponsin, V., Melsbach, A., Lihl, C., Glauser, G., Hofstetter, T., Elsner, M., Hunkeler, D. (2017): Adsorbing versus non-adsorbing tracers for assessing pesticide transport in arable soils. Vadose Zone Journal.

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

Einträge von Stickstoff (N) und Phosphor (P) aus der Landwirtschaft in die Gewässer sind eines der wichtigsten landwirtschaftlichen Umweltprobleme. Agroscope erarbeitet in Lysimeter- und Feldversuchen wissenschaftliche Erkenntnisse zur Verminderung der Nährstoffverluste aus der Landwirtschaft in Oberflächengewässer und Grundwasser und leitet Empfehlungen für die Praxis daraus ab.

Stickstoff(N)- und Phosphor(P)-Verluste aus der Landwirtschaft beeinträchtigen nach wie vor die Oberflächengewässer und das Grundwasser der Schweiz. Wir erarbeiten in diesem Projekt in Lysimeter- und Feldversuchen wissenschaftliche Grundlagen zu den wichtigsten Verlustpfaden (Abschwemmung, Erosion, Drainage, Auswaschung) und testen praxistaugliche Massnahmen zur Verminderung der Stoffeinträge in die Gewässer. Die gewonnenen Forschungsdaten und -erkenntnisse dienen einerseits der landwirtschaftliche Beratung und Praxis, andererseits bilden sie eine Grundlage für die Weiterentwicklung von Simulationsmodellen und von Ökobilanzierungsinstrumenten. Weitere Arbeiten im Bereich der Politikberatung und des Gesetzesvollzugs dienen verschiedenen Behörden, primär dem BLW und dem BAFU.

Genehmigung des Projektes

Datum: 31.08.2017	Visum FGL: rrwa
Datum: 11.9.2017	Visum FBL / KBL: baro
Datum: 11.9.2017	Visum V SFF: baro



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.14.19.02.02

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

Ressourcennutzung

Nr. Bereich.

19 Agrarökologie und Umwelt

Nr. Gruppe

19.2 Gewässerschutz und Stoffflüsse

Projektleitung/Stellvertretung

Mayer Jochen / Richner Walter

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	5344
Beitrag zu SFF	14
Beitrag zu weitem SFF	15, 2

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	1.11, 3.7, 9.4, 9.10, 12.16, 17.48, 18.12, 18.22, 18.24, 18.25, 18.29, 18.74, 18.77, 28.98
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein

Titel Originalsprache

Optimierung von Ressourcennutzung und Stoffflüssen in Agrarökosystemen

Ressourcennutzung in Agrarökosystemen

Optimisation of resource use and substance flows in agroecosystems

Resource use efficiency, N and P use efficiency, organic fertilisers, biochar, legumes, nutrient balances, long-term field trials, sustainable intensification, sustainable land use

Ausgangslage und Problemstellung

Die Landwirtschaft der Zukunft steht in der Schweiz wie global grossen Herausforderungen gegenüber. Sie muss sich bei knapper zur Verfügung stehenden Ressourcen wie Pflanzennährstoffe (v. a. Phosphor [P]), Energie und landwirtschaftlich nutzbare Flächen an zunehmende Klimaextreme anpassen wie auch einen erhöhten Bedarf an Nahrungsmitteln bzw. industriellen Vorprodukten decken. Diesen Herausforderungen kann nur begegnet werden, wenn es gelingt, landwirtschaftliche Nutzungssysteme zu entwickeln, die eine Produktivitätssteigerung bei geringerem oder zumindest gleich bleibendem Ressourceneinsatz ermöglichen und gleichzeitig negative Umwelteffekte vermindern (ökologische Intensivierung). Ein wesentlicher Schlüssel dazu ist die Optimierung der Ressourcennutzung sowie der Stoffflüsse in Agrarökosystemen, wobei Agrarökosystem hier auf betrieblicher und überbetrieblicher Ebene verstanden wird. Schlüsselprozesse sind hierzu:

- die Verbesserung der Nährstoffeffizienz im System Boden-Dünger-Pflanze,
- insbesondere für P die Evaluierung und Einführung neuer Düngerformen aus überbetrieblichen, teils ausserlandwirtschaftlichen Stoffkreisläufen (z. B. mineralische Recyclingdüngern aus Klärschlammasche),
- der Einsatz von Pflanzenkohle in der Landwirtschaft.

Die P-Form in mineralischen Recyclingdüngern ist entscheidend für die P-Aufnahme durch landwirtschaftliche Kulturen und die Auswirkungen auf Ökosysteme (P-Abschwemmung in Oberflächengewässer). Die Eignung solcher neuer Dünger muss deshalb in praxisnahen Versuchen evaluiert werden. Auch bezüglich des Einsatzes von Pflanzenkohle in der Landwirtschaft besteht Forschungsbedarf.

Ziele und Forschungsfragen

Das Projekt fokussiert auf die Optimierung der Ressourcennutzung in landwirtschaftlichen Produktionssystemen, primär durch:

- Substituierung von N-Mineraldüngern, deren Herstellung mit einem hohen Energieaufwand verbunden ist, durch Hofdünger,
- Ersatz von P-Mineraldüngern, deren Ausgangsmaterial aus knapper werdenden Lagerstätten stammt und zunehmend mit Schwermetallen belastet ist, durch mineralische P-Recyclingdünger, und
- Einsatz von Pflanzenkohle in der Landwirtschaft.

Durch die damit einhergehende Verbesserung der Nährstoffeffizienz wird eine Verringerung der Nährstoffverluste in die Umwelt angestrebt. Mittels Untersuchungen von Nährstoffbilanzen auf verschiedenen Skalenebenen werden grundlegende Erkenntnisse für die weitere Optimierung der Ressourcennutzungseffizienz von Agrarökosystemen geschaffen. Ein grosser Teil der gewonnenen Forschungsergebnisse dient der Wahrnehmung von Aufgaben im Bereich der Vollzugsunterstützung und des Agrarumweltmonitorings.

Teilziele

1. Verbesserte Ausnutzung von Nährstoffen, insbesondere Stickstoff (N), von organischen Düngern sowie von Leguminosen:
 - a. Optimaler Einsatz von Hof- und Recyclingdüngern:
Ertragswirkung und N-Effizienz im Biolandbau (BLW-Projekt Agroscope-FiBL, November 2017 bis Juni 2021). Die N-Nutzungseffizienz, Nitratauswaschung und Ammoniakverluste werden für die wichtigsten organischen Hof- und Recyclingdünger untersucht: Kompost, Gärgut fest und flüssig, Gülle und Biogasgülle;
 - b. Begleitforschung zur Optimierung der gesamtbetrieblichen N-Bewirtschaftung im BLW-Ressourcenprojekt «agroCO2ncept Flaachtal»;
 - c. Abschätzung der Höhe der unvermeidbaren N-Verluste in Abhängigkeit von Standort und Bewirtschaftung.
2. Vermehrte Schliessung von Nährstoffkreisläufen, insbesondere für P, durch effiziente Nutzung der Bodennährstoffe und von neuen Düngern aus überbetrieblichen Stoffkreisläufen:
 - a. Überprüfung und regelmässige Aktualisierung der Beurteilung der P-, K- und Mg-Versorgung von landwirtschaftlich genutzten Böden für verschiedene Kulturengruppen. Validierung der Interpretationen verschiedener Bodenuntersuchungsmethoden für die Grunddüngung im Acker-, Futter- und Gemüsebau und Schliessen von bestehenden methodischen Lücken (insbesondere bei der Wasserextraktion im Feldbau);
 - b. Untersuchung der Verfügbarkeit und Wirkung von P in mineralischen Recyclingdüngern:
Weiterführung und Abschluss der Feldversuche mit einem P-Recyclingdünger aus Klärschlammasche (Fremdmittelprojekt AWEL, Kt. Zürich);
 - c. Untersuchungen in den Langzeitversuchen DOK und DEMO zur Schaffung wiss. Grundlagen zur besseren Nutzung von P in P-armen Böden (BMBF-Projekt RECONSTRUCT, in Zusammenarbeit mit Uni Köln und weiteren Partnern);
 - d. Vergleich von schweizerischen Grunddüngungsempfehlungen gemäss GRUD 2017 mit einem alternativen ausländischen System (Kinsey) im Oberacker-Langzeitversuch (LANAT Kt. BE) und in Praxis-Streifenversuchen in Zusammenarbeit mit der HAFL Zollikofen. Prüfen von Möglichkeiten zur Ableitung von Interpretationstabellen bei der Anwendung alternativer Bodenuntersuchungsmethoden.
3. Einsatz von Pflanzenkohle in der Landwirtschaft:
 - a. Untersuchung des Einflusses von Pflanzenkohle auf die Verfügbarkeit von Mikroverunreinigungen in Klärschlamm, Hofdünger und Böden;
 - b. Einfluss von Pflanzenkohle in Kombination mit Hof- und Recyclingdüngern (siehe 1.a) auf Ertragswirkung und Düngereffizienz;
 - c. Quantifizierung der zur Pflanzenkohle verwertbaren Menge an Biomasse, insbesondere von Biodiversitätsförderflächen und von Bauernwäldern;
 - d. Aufzeigen des Kosten/Nutzenverhältnisses der Anwendung von Pflanzenkohle auf Stufe Betrieb, Betriebszweig und Verfahren.
4. Untersuchung von N- und P-Bilanzen auf den Ebenen Anbausysteme und Landwirtschaftsbetrieb:
 - a. N- und P-Bilanzen werden auf Basis von Langzeitdaten der von der FG 19.2 bewirtschafteten Langzeitversuche DOK, ZOFÉ (A493) erstellt. Daraus können Erkenntnisse über die N-Ausnutzungseffizienz von Leguminosen sowie N aus organischen und mineralischen Düngern gewonnen werden. Die umfangreichen Datensätze zu verschiedenen Parametern aus den Langzeitversuchen erlauben darüber hinaus, Verknüpfungen mit Parametern, die die Nachhaltigkeit der Systeme beschreiben, und ermöglichen eine integrierte Bewertung der Systeme und Erkenntnisse, wie eine nachhaltige und produktionsorientierte Landwirtschaft (*Sustainable intensification*) weiterentwickelt werden kann;
 - b. P-Bilanzierung in Langzeitdüngungsversuchen und Überprüfung der Auswirkungen unterschiedlicher Bilanzsaldi auf die löslichen, pflanzenverfügbaren P-Gehalte im Boden.
5. Bereitstellung von fachlichen Grundlagen für den Vollzug und das Agrarumweltmonitoring des BLW:

- a. Beiträge zur gesamtbetrieblichen Nährstoffbilanzierung (z. B. Suisse-Bilanz);
 - b. Fachliche Unterstützung im Rahmen der Düngertilassung (z. B. mineralische Recyclingdünger);
 - c. Erarbeitung der fachlichen Grundlagen für Agrarumweltindikatoren (AUI) (z. B. AUI «P-Gehalt der Böden»).
6. Erarbeitung von Handlungswissen für Praxis und Beratung:
- a. Bereitstellung fachlicher Grundlagen zur Optimierung des Nährstoffeinsatzes in der landwirtschaftlichen Praxis durch Beiträge zu den Querschnittsmodulen der «Grundlagen für die Düngung landwirtschaftlicher Kulturen in der Schweiz» (GRUD);
 - b. Erstellen eines Merkblatts zur Bodenprobenahme in Zusammenarbeit mit Agridea und BLW. Die korrekte Entnahme von ÖLN-Bodenproben in Praxisfeldern ist entscheidend für eine gute Qualität der Analysenresultate, welche für die Düngeberatung oder im Agrarumweltmonitoring (AUI «P-Gehalt der Böden») verwendet werden;
 - c. Unterhalt Referenzmethoden der Eidgenössischen Schweizerischen Forschungsanstalten, in denen die Methoden für Bodenanalysen zur Düngertilberatung, Standortcharakterisierung und Schadstoffbeurteilung festgehalten sind. Alle weiteren Analysen werden mit CEN und ISO Methoden abgedeckt. Aktive Mitarbeit, d.h. Überprüfung, Überarbeitung und Ersatz von bestehenden Standards, wird in diversen Komitees von CEN und ISO zur Düngertil- und Bodenanalytik geleistet;
 - d. Erstellen der Liste anerkannter Laboratorien für organische Recyclingdünger und Bodenuntersuchungen für ÖLN und Düngertilberatung.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 14 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Beiträge zur Fragestellung 4 «Praktikable Lösungen/Massnahmen für Politik und Landwirtschaftliche Betriebe zur Effizienzsteigerung bzw. Minderung von Emissionen»:

- Beitrag zur Verbesserung der Nährstoffeffizienz in landwirtschaftlichen Produktionssystemen;
- Erarbeitung von fachlichen Grundlagen für die Evaluation und Weiterentwicklung von neuen Düngungs- und Produktionssystemen hinsichtlich der Verringerung von Nährstoffverlusten in die Umwelt.

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

zu SFF Nr. 15: Beiträge zur Fragestellung:

- 1 «Wie wirken sich verschiedene landwirtschaftliche Bewirtschaftungsformen auf essentielle Bodenfunktionen aus?», «Wie verhalten sich Schadstoffe und bodenfremde Substanzen in Böden?»
- 3 «Mit welchen Bewirtschaftungs- und Nutzungsmassnahmen können die Ertragsfähigkeit und die ökologische Funktionalität der landwirtschaftlich genutzten Böden erhalten oder verbessert werden?»
- 4 «Wie beeinflussen Bodenprozesse unter dem Einfluss landwirtschaftlicher Bodennutzungsmassnahmen die Ressourceneffizienz, Kohlenstoff- und Nährstoffkreisläufe sowie die Emissionen der Landwirtschaft auf mineralischen oder organischen Böden?»

zu SFF Nr. 2: Beiträge zur Fragestellung 5 «Welche neuen Erkenntnisse über den Einfluss von Anbausystemen und Standort auf Komponenten von Agrarökosystemen (u. a. Interaktion Boden, Bodenmikroorganismen und Pflanzen, Symbiosen, Nährstoffflüsse, Unkräuter, Schaderreger und Krankheiten) erlauben die Entwicklung resilienter Anbausysteme, die die Ressourceneffizienz steigern, den Ertrag sichern oder erhöhen und eine hohe Produktqualität ermöglichen?»

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

Teilziel 1.a und Teile von 3.a sind reine Bioforschung. Die Erkenntnisse sind auch für konventionelle Anbausysteme nutzbar. Die Ergebnisse der anderen Forschungsaktivitäten sind sowohl für Biolandbau- als auch für konventionelle Anbausysteme nutzbar.

Material und Methoden (grob skizziert)

- Jährliches Monitoring der relevanten Pflanzen- und Bodenparameter in den Langzeitversuchen P-K-Mg (die Versuche wurden 1989 gestartet und enthalten mehrere Düngungsstufen [5 für P und K; 3 für Mg] und je ein Kontrollverfahren ohne Düngung), DOK und ZOF: Erträge der Haupt- und Nebenprodukte und deren Nährstoffkonzentrationen, verfügbare Boden-Nährstoffe (CO₂- und Ammoniumacetat-Methode), Gesamt-N und -C, pH und bodenbiologische Parameter im Oberboden und in längeren Intervallen im Unterboden;
- Einsatz von stabilen Isotopen (¹⁵N, ggf. ¹³C, ¹⁸O) zur Bestimmung der N-Nutzungs- und Umsatzdynamik von Hof- und Recyclingdüngern in Feldversuchen;
- Modellierung von Versuchsergebnissen (langfristige N-Nutzungseffizienz von Hof- und Recyclingdüngern, Nährstoffflüsse in Langzeitversuchen, Nährstoffbilanzierung, etc.);
- Quantifizierung diverser Pflanzenkohleparameter gemäss etablierter Methoden (Bachmann et al. 2014).

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

- Bachmann, H.J., Bucheli, T.D., Dieguez-Alonso, A., Fabbri, A., Knicker, H., Schmidt, H.P., Ulbricht, A., Becker, R., Buscaroli, A., Buerge, D., Cross, A., Dickinson, D., Enders, A., Esteves, V.I., Evangelou, M.W.H., Fellet, G., Friedrich, K., Gasco Guerrero, G., Glaser, B., Hanke, U.M., Hanley, K., Hilber, I., Kalderis, D., Leifeld, J., Masek, O., Mumme, J., Paneque Carmona, M., Calvelo Pereira, R., Rees, F., Rombolà, A.G., de la Rosa, J.M., Sakrabani, R., Sohi, S., Soja, G., Valagussa, M., Verheijen, F., Zehetner, F., 2016 Towards the standardization of biochar analysis: the COST Action TD1107 inter-laboratory comparison. J. Agric. Food Chem. 64, 513-527.
- Bosshard, C., Flisch, R., Mayer, J., Basler, S., Hersener, J.-L., Meier, U., Richner, W., 2010. Verbesserung der Stickstoffeffizienz von Gülle durch Aufbereitung. Agrarforschung Schweiz 1, 378-383.
- Glaser, B., Baltrėnas, P., Kammann, C., Kern, J., Baltrėnaitė, E., 2017. Editorial: special issue on biochar as an option for sustainable resource management (EU COST Action TD1107 final publication). Journal of Environmental Engineering and Landscape Management 25(2), 83-85.
- Hutter, M., Krebs, R., Mayer J., 2017. Stickstoffnutzungseffizienz roher und anaerob vergorenen Güllen: Eine Studie mit unterschiedlichen ¹⁵N-Methoden. In: Wolfrum, S. et al. (Hrsg.), Beiträge zur 14. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Verlag Dr. Köster, Berlin, S. 314-317.
- Moller, K., Muller, T., 2012. Effects of anaerobic digestion on digestate nutrient availability and crop growth: A review. Eng. Life Sci. 12, 242-257.
- Richner W., Sinaj, S., 2017. Grundlagen für die Düngung landwirtschaftlicher Kulturen in der Schweiz (GRUD 2017). Agrarforschung Schweiz 8(6), Spezialpublikation, 10/1-10/16.
- Shackley, S., Clare, A., Joseph, S., McCarl, B.A., Schmidt, H-P., 2015. Economic evaluation of biochar systems: current evidence and challenges. In: Lehmann, J., Joseph, S. (Eds.), Biochar for environmental management. Science, Technology and Implementation. Earthscan for Routledge, 2nd Edition. pp: 813-852.
- Webb, J., Sorensen, P., Velthof, G., Amon, B., Pinto, M., Rodhe, L., Salomon, E., Hutchings, N., Burczyk, P., Reid, J., 2013. An Assessment of the Variation of Manure Nitrogen Efficiency throughout Europe and an Appraisal of Means to Increase Manure-N Efficiency, In: Sparks, D.L. (Ed.), Advances in Agronomy, Vol 119, pp. 371-442

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

Die Landwirtschaft der Zukunft steht grossen Herausforderungen gegenüber, die durch eine Verknappung der zur Verfügung stehenden Ressourcen wie Pflanzennährstoffe oder landwirtschaftlich nutzbare Flächen gekennzeichnet sind und Anpassungsleistungen an das sich verändernde Klima erfordern. Agroscope erarbeitet Lösungen, wie Ressourcen effizienter eingesetzt werden und bei geringerer Umweltbelastung Flächenerträge gesteigert werden können.

Das Projekt erarbeitet Lösungen für die Optimierung der Ressourcennutzung in landwirtschaftlichen Produktionssystemen, primär durch die Substituierung von N-Mineraldüngern durch die Optimierung der Hofdüngernutzung, die Substituierung von P-Mineraldüngern aus knapper werdenden Lagerstätten durch mineralische P-Recyclingdünger und den Einsatz von Pflanzenkohle. Die damit einhergehende Verbesserung der Nährstoffeffizienz verringert die Nährstoffverluste in die Umwelt. Mittels Untersuchungen von Nährstoffbilanzen werden grundlegende Erkenntnisse für die weitere Optimierung der Ressourcennutzungseffizienz von Agrarökosystemen geschaffen. Ein grosser Teil der gewonnenen Forschungsergebnisse dient der Wahrnehmung von Aufgaben im Bereich der Vollzugsunterstützung und des Agrarumweltmonitorings.

Genehmigung des Projektes

Datum: 1.9.2017	Visum FGL: rrwa
Datum: 26.10.2017	Visum FBL / KBL: baro
Datum: 26.10.2017	Visum V SFF: baro



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.14.19.02.03

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

ZA-AUI

Nr. Bereich.

19 Agrarökologie und Umwelt

Nr. Gruppe

19.2 Gewässerschutz und Stoffflüsse

Projektleitung/Stellvertretung

Christine Bosshard / Walter Richner

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	2643.5
Beitrag zu SFF	14
Beitrag zu weitem SFF	13

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	3.76, 9.8
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	<input type="checkbox"/> ja <input checked="" type="checkbox"/> nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein

Titel Originalsprache

Zentrale Auswertung von Agrarumweltindikatoren

ZA-AUI

Swiss agri-environmental data network (SAEDN)

Agrarumweltmonitoring, Agrarumweltindikatoren, Betriebsebene

Ausgangslage und Problemstellung

Um die durch die Landwirtschaft erbrachten Leistungen unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit sowie die Auswirkungen der Agrarpolitik auf die Umwelt beurteilen zu können, führt das Bundesamt für Landwirtschaft (BLW), gestützt auf die im Dezember 1998 verabschiedete «Verordnung über die Beurteilung der Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft» (SR 919.118), seit 2009 ein Agrarumweltmonitoring (AUM) durch. Mit Hilfe dieser Langzeitbeobachtung sollen durch die Landwirtschaft verursachte Problembereiche aufgezeigt bzw. frühzeitig erkannt werden. Die Grundlage für das AUM bilden sechzehn Agrarumweltindikatoren (AUI) in den Bereichen Stickstoff, Phosphor, Boden, Klima, Energie, Wasser und Biodiversität.

Agroscope wurde vom BLW im Rahmen der Vereinbarung betreffend das Kompetenzzentrum (KompZ) AUI die Verantwortung für die AUI vom Typ «Antriebskräfte» und «Potenzielle Umweltwirkungen» übergeben. Das in der Forschungsgruppe Gewässerschutz und Stoffflüsse des Forschungsbereichs Agrarökologie und Umwelt (AOU) angesiedelte KompZ AUI ist zuständig für die zentrale Auswertung der Agrarumweltindikatoren (ZA-AUI), die AUI-Methodenentwicklung, welche im letzten Arbeitsprogramm weitestgehend fertiggestellt wurde, sowie die Aufarbeitung, Berechnung und Auswertung der einzelnen AUI. Gesteuert werden die Arbeiten der ZA-AUI durch die Projektoberleitung Zentrale Auswertung (POL ZA), welche aus Vertreterinnen und Vertretern von BLW und Agroscope zusammengesetzt ist.

Die zur Berechnung der AUI nötigen Daten werden freiwillig von Landwirten/innen in der Software AGRO-TECH erfasst. Das Betriebsnetz umfasst momentan knapp 300 Betriebe.

Die Arbeiten der ZA-AUI werden stark von der Kompetenz und den Leistungen weiterer Forschungsgruppen von Agroscope getragen, welche fachlich verantwortlich für einen oder mehrere AUI sind (Tab. 1).

Tab. 1. Liste der Agrarumweltindikatoren der ZA-AUI mit den fachlich zuständigen Forschungsgruppen.

Agrarumweltindikator	Fachlich zuständige Forschungsgruppe
N-Bilanz	19.2 Gewässerschutz und Stoffflüsse
Potenzielle N-Verluste	19.2 Gewässerschutz und Stoffflüsse
Ammoniak-Emissionen	Thomas Kupper (HAFL)
P-Bilanz	19.2 Gewässerschutz und Stoffflüsse
P-Gehalt der Böden	19.2 Gewässerschutz und Stoffflüsse
Energieverbrauch	19.7 Ökobilanzen
Energieeffizienz	19.7 Ökobilanzen
Treibhausgas-Emissionen	19.1 Klima und Lufthygiene
Einsatz von Pflanzenschutzmitteln (PSM)	12.4 Ökotoxikologie
Einsatz von Tierarzneimitteln (TAM)	Ioannis Magouras (BVET) / 19.2 Gewässerschutz und Stoffflüsse
Risiko von aquatischer Ökotoxizität	12.4 Ökotoxikologie
Bodenbedeckung	19.2 Gewässerschutz und Stoffflüsse
Erosionsrisiko	19.2 Gewässerschutz und Stoffflüsse
Humusbilanz	19.3 Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz
Schwermetallbilanz	19.4 Nationale Bodenbeobachtung
Biodiversität	19.6 Agrarlandschaft und Biodiversität

Die ZA-AUI bildet die Grundlage für die von der Politik geforderte periodische Beurteilung und Berichterstattung zu den ökologischen Auswirkungen der Agrarpolitik und der Landwirtschaft. Dank des Monitorings können Bereiche aufgezeigt werden, in denen vertiefte Evaluationsprojekte notwendig sind; zudem kann das AUM als Informationsgrundlage für politische Entscheidungsträger, für die Information der Öffentlichkeit, als Datengrundlage für wissenschaftliche Forschung sowie zum Vergleich mit anderen Ländern dienen.

Ziele und Forschungsfragen

Ziele der ZA-AUI im Rahmen des Grundauftrages:

- Jährliche Berechnung aller AUI;
- Auswertung und Interpretation der Ergebnisse der AUI für die Berichterstattung des BLW (v. a. Agrarbericht: Schwerpunktthemen, Tabellenanhang);
- Anpassung bzw. Weiterentwicklung der Methoden der AUI und des Gesamtsystems (u. a. Unterstützung einer geplanten externen Evaluation des heutigen ZA-AUI-Systems);
- Datenqualität weiter verbessern: Erweiterung der Liste der bereits eingeführten Plausibilisierungstests;
- Aufbereiten und Bereitstellen von AUI-Daten für wissenschaftliche Publikationen;
- Einführung einer einzelbetrieblichen Rückmeldung der AUI-Ergebnisse für die Landwirte;
- Beiträge (Organisation, Präsentationen) für die jährlichen AUI-Betriebsleiter- und Spezialistentagungen;
- Erstellen eines AUI-Merkmalkatalogs;
- Wissenschaftliche Publikationen: z. B. Synthesepaper über alle AUI, Methoden-Paper, Paper zu Ergebnissen einzelner AUI.

Forschungsfragen:

- Entwicklung der Ergebnisse der einzelnen AUI über die Zeit;
- Zusammenhänge zwischen den AUI sowie zwischen den Ergebnissen der ZA-AUI und der Zentralen Auswertung von Buchhaltungsdaten (Korrelationen, Regressionen, Clusteranalysen, PCA);
- Ableitung einfacher Parameter auf Betriebsebene zur Einschätzung der Ressourceneffizienz im Vergleich zu anderen Betrieben. Definition der relevanten Ressourcen anhand der verfügbaren AUI-Daten und Erarbeitung einfacher Methoden zur Beurteilung der jeweiligen Effizienz je Betrieb inkl. Benchmarking;
- Erarbeitung eines Nachhaltigkeitsindex pro Betrieb, der alle AUI umfasst, in Abstimmung mit dem Projekt 18.14.19.7.02 «SALCA-sustain»;

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 14 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

- Beitrag zur Nachhaltigkeitsbewertung (Dimension Umwelt), in Abstimmung mit dem Projekt 18.14.19.7.02 «SALCA-sustain»;
- Aufzeigen der Auswirkung umgesetzter agrarökologischer Massnahmen bzw. von Problembereichen;
- Ressourceneffizienz verschiedener Regionen und Betriebstypen aufzeigen

- Bestehendes Monitoringsystem überprüfen und evtl. anpassen: u. a. fachliche Beiträge zu einer externen Evaluation des heutigen ZA-AUI-Systems.

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

zu SFF Nr. 13: Verknüpfung der Dimensionen «Umwelt» und «Ökonomie» für die Nachhaltigkeitsbewertung

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

Auswertungen zu spezifischen, den Biolandbau betreffenden Fragestellungen möglich

Material und Methoden (grob skizziert)

Für jeden AUI wurde zuerst von einer entsprechenden wissenschaftlichen Fachperson (= Methodenverantwortliche/r; MV) die Berechnungsmethode auf Betriebsebene sowie zum Teil auch auf nationaler Ebene entwickelt. Die Datengrundlage für die Berechnung der AUI bilden die von den Landwirten des AUI-Betriebsnetzes in AGRO-TECH erfassten Daten. Erfasst werden u. a. allgemeine Betriebsdaten, der Feldkalender mit allen durchgeführten Massnahmen auf Parzellenebene, das Tierarznei-Behandlungsjournal etc. Die Landwirte liefern diese Daten an Treuhandstellen (THS). Dort werden die Daten vom AUI-Spezialisten der THS mittels einer Checkliste überprüft und dann anonymisiert an das KompZ AUI übermittelt. Jede Datenlieferung wird dort nochmals einer Plausibilisierungsprüfung unterzogen. Je nach Qualität werden die Daten allenfalls ein- bis mehrmals zur Korrektur wieder an die THS zurückgeschickt. Nach Erfüllen der Anforderungen der Plausibilisierungstests werden die Daten vom Datenmanagement des KompZ AUI-spezifisch mit verschiedenen Aufbereitungstools (z. B. AUIPrep, ATE2AUI) extrahiert, aufbereitet und anschliessend an die MV zur Berechnung der AUI weitergeleitet. Alle AUI werden jährlich für den Tabellenanhang im Agrarbericht des BLW berechnet. Im Vierjahresturnus erfolgt zudem für das entsprechende Schwerpunktthema im Agrarbericht eine detaillierte Auswertung der entsprechenden AUI durch die MV. Die Daten können von internen wie auch externen Forschern für spezielle Fragestellungen und Auswertungen beim KompZ AUI beantragt werden (siehe Publikationen).

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

- Bosshard, C., W. Richner. 2013. Bestimmungsfaktoren des Stickstoff-Überschusses auf Betriebsebene. Teil 2: Analyse auf Kulturbene. Abschlussbericht zuhanden des Bundesamtes für Landwirtschaft BLW. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Zürich, S. 83-105.
- Büchi, L., A. Valsangiacomo, E. Burel, E. Charles. 2016. Integrating simulation data from a crop model in the development of an agri-environmental indicator for soil cover in Switzerland. European Journal of Agronomy 76: 149-159.
- de Baan, L., S. Spycher, O. Daniel. 2015. Einsatz von Pflanzenschutzmitteln in der Schweiz von 2009-2012. Agrarforschung Schweiz 6: 48-55.
- Finger, R., T. Böcker, N. Möhring, T. Dalhaus. 2016. Ökonomische Analyse des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln - Risikoaspekte und Lenkungsabgaben. www.news.admin.ch/newsd/message/attachments/45690.pdf
- Wettstein, S., M. Stucki, M. Meier, P. Schumacher, J. Buchli. 2016. Ökobilanz von Schweizer Wein aus ÖLN- und biologischer Produktion. Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften und Forschungsinstitut für biologischen Landbau, Wädenswil und Frick. pp. 105.

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

Wie nachhaltig ist die Schweizer Landwirtschaft? Wie unterscheiden sich verschiedenen Regionen und Betriebstypen bezüglich Nachhaltigkeit? Im Rahmen des Agrarumweltmonitorings des Bundesamtes für Landwirtschaft beschäftigt sich das Kompetenzzentrum AUI bei Agroscope mit solchen Fragestellungen. Dafür werden 16 Agrarumweltindikatoren in den Bereichen Stickstoff, Phosphor, Boden, Energie, Klima, Wasser und Biodiversität jährlich berechnet, ausgewertet und publiziert.

Basierend auf der «Verordnung über die Beurteilung der Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft» führt das Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) ein Agrarumweltmonitoring (AUM) durch. Die Grundlage für das AUM bilden sechzehn Agrarumweltindikatoren (AUI) in den Bereichen Stickstoff, Phosphor, Boden, Klima, Energie, Wasser und Biodiversität. Das Kompetenzzentrum AUI bei Agroscope ist zuständig für die Methodenentwicklung, Datenaufarbeitung, Berechnung und Auswertung der AUI. Die nötigen Daten werden freiwillig von Landwirten/innen erfasst. Das Betriebsnetz umfasst momentan gegen 300 Betriebe. Ziel des AUM ist es, die durch Landwirtschaft erbrachten Leistungen unter dem Gesichtspunkt der Nachhaltigkeit beurteilen zu können sowie Problembereiche frühzeitig erkennen zu können.

Genehmigung des Projektes	
Datum: 1.9.2017	Visum FGL: rrwa
Datum: 11.9.2017	Visum FBL / KBL: baro
Datum: 11.9.2017	Visum V SFF: baro



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.14.19.07.01

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

SALCA

Nr. Bereich.

19

Agrarökologie und Umwelt

Nr. Gruppe

19.7

LCA

Projektleitung/Stellvertretung

Jens Lansche / Thomas Nemecek

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	1660
Beitrag zu SFF	14
Beitrag zu weitem SFF	2, 5, 11, 15, 16, 17

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	1.6, 3.19, 3.36, 3.60, 3.114, 3.118, 4.15, 4.19, 4.21, 5.38, 5.39, 6.12, 9.12, 9.14, 9.16, 9.18, 9.21, 9.39, 9.40, 9.43, 9.48, 13.42, 13.64, 18.62, 18.65, 20.34, 23.41, 25.3, 27.10, 28.4, 28.33, 28.35, 28.47, 28.48, 28.49, 28.50, 28.86
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein

Titel Originalsprache

Weiterentwicklung der Ökobilanzmethode und Berechnungswerkzeuge SALCA und Anwendung auf aktuelle Forschungsfragen

SALCA-Methode, SALCA-Berechnungswerkzeuge und Anwendung

SALCA method, SALCA tools and application

Life cycle assessment, LCA method, LCA data, LCA tools, environmental impact, ecosystem services, ecotoxicity

Ausgangslage und Problemstellung

Eine umweltfreundliche Landwirtschaft ist ein wichtiges gesellschaftliches Anliegen und entspricht den Erwartungen von Konsumenten, Bürgern, Wirtschaft und Politik. 2006 hat der Bundesrat Umweltziele für die Schweizer Landwirtschaft definiert. Wie im Bericht des Bundesrats vom 9.12.2016 aufgezeigt wurde, wird heute keines der gesetzten Ziele vollständig erreicht, was weitere Massnahmen auf verschiedenen Ebenen erfordert. Ebenso braucht die Umsetzung der Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung zusätzliche Anstrengungen. Um diesen Erwartungen gerecht zu werden, braucht es eine umfassende Bewertung der Umweltwirkungen, welche sicherstellt, dass die anvisierten Massnahmen einerseits die erwünschte Wirkung erzielen und andererseits keine unerwünschten Nebenwirkungen nach sich ziehen, wie Verlagerung von Belastungen in andere Umweltbereiche, andere Sektoren oder ins Ausland. Zudem ist die Evaluation der Massnahmen in Bezug zur landwirtschaftlichen Produktion zu setzen und in den Kontext der gesamten Nachhaltigkeit zu stellen.

Die Vielfalt der Fragestellungen, die sich stets ändernden Rahmenbedingungen sowie die unterschiedliche Priorisierung je nach Entscheidungsträger erfordern eine solide und flexible Ökobilanzmethode, die in einem kohärenten Gesamtkonzept aus Emissions- und Wirkungsabschätzungsmodellen, Datenbanken und Werkzeugen für die Berechnung und Auswertung besteht. Zu diesem Zweck entwickelte Agroscope seit dem Jahr 2000 die Ökobilanzierungsmethode SALCA (Swiss Agricultural Life Cycle Assessment). In den letzten Jahren wurden bereits mehrere Ökoinventardatenbanken unter Beteiligung von Agroscope erstellt (WFLDB, Agri-BALYSE, ACYVIA, ecoinvent, SALCA-Datenbank). Weitere Datenlücken gilt es noch zu füllen und Aktualisierungen von einzelnen Datensätzen sind notwendig.

Die Ökobilanzierungsmethode SALCA gilt es nun gezielt um bestimmte Aspekte zu erweitern, wie beispielsweise die Ökosystem-Dienstleistungen, eine umfassende Bilanzierung der Ressourcennutzung oder die Berücksichtigung verschiedener Ernährungskriterien. Weiter soll das neueste Know-How in die Ökobilanz-Modelle übernommen werden, so dass SALCA für eine wissenschaftlich fundierte Beantwortung von aktuellen gesellschaftlichen Fragen angewandt werden kann. Solche Weiterentwicklungen sind vor allem bei der Abschätzung der Ökotoxizität von Pestiziden und Schwermetallen, der Bodenqualität sowie der Biodiversität erforderlich.

Eine enge Abstimmung zwischen den methodischen Arbeiten und der Entwicklung der Berechnungswerkzeuge und Daten ist notwendig, um die zukünftige Anwendbarkeit von SALCA sicherzustellen. Im Rahmen des Informatikprojektes SALCAfuture werden die IT-Werkzeuge neu konzipiert, um zukünftig eine noch höhere Effizienz der Berechnung, Zuverlässigkeit, Flexibilität und Benutzerfreundlichkeit zu erreichen. Deshalb werden bei der Entwicklung sowohl die Machbarkeit der Methoden als auch die Plausibilität der Ergebnisse geprüft und die Methoden bei Bedarf verbessert. Diese Werkzeuge werden zur Bewertung und Optimierung der Öko-Effizienz von Produktionssystemen (Pflanzenbau, Tierproduktion), Landwirtschaftsbetrieben und Nahrungsmitteln eingesetzt. Verbesserungspotenziale hinsichtlich der Umweltwirkungen werden dadurch für die untersuchten Systeme, Prozesse und Produkte aufgezeigt. Welche Systeme und Fragestellungen konkret untersucht werden, wird aufgrund der Akquisition zusätzlicher Mittel (Forschungsfonds, Behörden, Privatwirtschaft) im Laufe des Arbeitsprogramms festgelegt.

Ziele und Forschungsfragen

Hauptziel:

Bereitstellung, Aktualisierung und Anwendungen von Ökobilanzmethoden und -daten sowie von Berechnungswerkzeugen zur Ökobilanzierung und Nachhaltigkeitsbewertung als Grundlage für betriebliches und produktbezogenes Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagement in der Land- und Ernährungswirtschaft.

Methodische Teilziele:

- 1) Weiterentwicklung der Methoden und Emissionsmodelle zur Abschätzung der Ökotoxizität (Pestizide und Schwermetalle; OLCA-Pest und BeUPIP)
- 2) Entwicklung und Anwendung eines Konzeptes zur Berücksichtigung von Ökosystem-Dienstleistungen in Ökobilanzen
- 3) Weiterentwicklung der Methode SALCA-Bodenqualität
- 4) Weiterentwicklung der Methode SALCA-Biodiversität
- 5) Aktualisierung der Emissionsmodelle (vor allem Nitrat, Pestizide, Schwermetalle)
- 6) Aktualisierung der Wirkungsabschätzungsmethoden (vor allem Ökotoxizität (Pestizide), Klimaerwärmung, Eutrophierung, Versauerung)
- 7) Entwicklung von geeigneten funktionellen Einheiten für verschiedene Anwendungen in der Land- und Ernährungswirtschaft, mit Schwerpunkt auf der Berücksichtigung der Ernährung
- 8) Pflege und regelmässige Aktualisierung der vorhandenen Ökoinventare und Berechnungswerkzeuge
- 9) Ausbau der Berechnungswerkzeuge, um die Anwendung der Ökobilanzmethode SALCA und der Agroscope Methode zur umfassenden Bewertung der Nachhaltigkeit von Landwirtschaftsbetrieben aus dem Projekt 18.14.19.7.02_SALCA sustain zu ermöglichen
- 10) Konzept zur Einbeziehung von regionalen Aspekten (Produktions- und Umweltparametern) auf nationaler Ebene und für angrenzende Länder in der Datenstruktur und den Berechnungstools im Kontext einer standortangepassten Landwirtschaft erstellen und umsetzen
- 11) Konzeptionelle Schnittstellen zu bestehenden Tools bei Agroscope auf sektoraler Ebene schaffen (Green DSS-ESSA und Swissland)

Operative Teilziele:

- 12) Implementierung der Methode für die Bewertung der Umweltwirkungen im Rahmen der Nachhaltigkeitsbewertung (Projekt SALCA sustain, Projekt Nr. 18.14.19.7.2) und zur Beantwortung wichtiger Fragestellungen im Bereich Umwelt
- 13) Programmierung von Berechnungswerkzeugen zur Nachhaltigkeitsbewertung und Bewertung der Umweltwirkungen (Informatikprojekt SALCAfuture)
- 14) Erstellung von Ökoinventaren und Ökoinventardatenbanken (ecoinvent, SALCA-Datenbank) für wichtige Landwirtschaftsprodukte und -systeme der Schweiz und von wichtigen Importprodukten (WFLDB)
- 15) Bewertung von Pflanzenschutzstrategien in ausgewählten Ackerkulturen
- 16) Test der neu entwickelten und angepassten Methoden anhand von geeigneten Fallbeispielen (z.B. aus der Milchproduktion, Ackerbau, Obstbau)
- 17) Anwendung der Methoden und Berechnungswerkzeuge auf wichtige Fragestellungen in der Land- und Ernährungswirtschaft

Die Umsetzung mehrerer dieser Teilziele hängt von einer erfolgreichen Akquisition von Fremdmitteln ab. Dies gilt insbesondere für 2), 10) und für die operativen Teilziele 14) bis 17). Für die Teilziele 1) und 15) stehen bereits gewisse Fremdmittel zur Verfügung.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 14 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Die Projektskizze leistet Beiträge zu folgenden Zielen des SFF14:

- Ziel 3: Die Quantifizierung der Umweltwirkungen und der Ressourcen- bzw. Öko-Effizienz wichtiger Produktionssysteme leisten einen zentralen Beitrag zur Beantwortung der Forschungsfragen unter Ziel 3. Neben der Quantifizierung wird auch eine Identifikation der wichtigsten Ursachen erfolgen.
- Ziel 4: Durch die Anwendung der Methoden in der Praxis können Potenziale zur Minderung der Umweltwirkungen und Steigerung der Öko-Effizienz sowie allfällige Synergien und Trade-Offs aufgezeigt werden.
- Ziel 5: Die Zusammenarbeit der beiden Projekte SALCA und SustainFarm ermöglicht die Wahl geeigneter Indikatoren für die Bewertung von Landwirtschaftsbetrieben in Bezug auf die Nachhaltigkeit. Hierbei wird in SALCA ein Fokus auf die Umweltwirkungen gesetzt.

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

zu SFF Nr. 5: Die Methode zu Bewertung der Umweltwirkungen auf die Ökotoxizität durch Pestizide wird weiterentwickelt. Damit wird eine Entscheidungsgrundlagen zur Reduktion von Emissionen und Umweltwirkungen geschaffen.

zu SFF Nr. 15: Weiterentwicklung und Anwendung der Methode SALCA-Bodenqualität. Der Einfluss von Bewirtschaftungsmaßnahmen auf die Bodenqualität kann aufgezeigt werden.

zu SFF Nr. 16: Weiterentwicklung und Anwendung der Methode SALCA-Biodiversität. Der Einfluss von Bewirtschaftungsmaßnahmen auf die Bodenqualität können aufgezeigt werden.

zu SFF Nr. 17: Die Methoden für die Quantifizierung des Treibhauspotenzials auf Landwirtschaftsbetrieben und in Produktionssystemen werden in der Praxis angewendet. Damit werden Potenziale zur Emissionsminderung und Reduktion von Umweltwirkungen aufgezeigt.

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

Die SALCA-Methoden und -Berechnungswerkzeuge sind sowohl für konventionelle Systeme, integrierte Produktion als auch den Biolandbau einsetzbar. Spezifische Merkmale des Biolandbaus werden – wenn möglich – berücksichtigt, soweit sie für die untersuchten Systeme und Forschungsfragen relevant sind. Der Vergleich von Biolandbauproduktionssystemen mit Referenzproduktionssystemen wird hinsichtlich der Dimension Umwelt ermöglicht.

Material und Methoden (grob skizziert)

Die Arbeiten zu den methodischen (Weiter-)Entwicklungen werden in Kollaboration mit den folgenden Forschungsgruppen bei Agroscope durchgeführt: Klima und Lufthygiene; Gewässerschutz und Stoffflüsse; Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz; Agrarlandschaft und Biodiversität; Humanernährung, Sensorik und Aroma; Ökotoxikologie und Informatik – Entwicklung, Integration und Projektmanagement. Im Informatikprojekt SALCAfuture erfolgt die Bereitstellung der Datengrundlagen und Berechnungswerkzeuge, um eine Anwendung der Methoden zu ermöglichen. Die Zusammenarbeit mit der Agroscope Forschungsinformatik stellt dabei sicher, dass die notwendige IT-Infrastruktur zur Datenhaltung und für Test und Betrieb der Berechnungswerkzeuge zur Verfügung gestellt werden kann.

Die methodischen Entwicklungen bzw. das methodische Vorgehen sind im Folgenden thematisch gegliedert kurz beschrieben.

Ökotoxizität

Die Entwicklung der Methode zur Bewertung der Ökotoxizität von Pestiziden erfolgt, basierend auf den Modellen PestLCI 2.x (Sachbilanz) und UseTox 2.x (Wirkungsabschätzung) (Birkved et al., 2012, Rosenbaum et al., 2015), in den Projekten BeUPIP und OLCA-Pest. Daneben ist eine grundlegende Überarbeitung und Aktualisierung des Modells SALCA-Schwermetalle geplant, um eine Bilanzierung der Schwermetallflüsse in landwirtschaftlichen Produktionssystemen und eine Bewertung der Wirkungen auf die Ökotoxizität unter Berücksichtigung der neuesten wissenschaftlichen Erkenntnisse zu ermöglichen. Die Aktualisierung wird dabei aktuelle NABO-Daten berücksichtigen, zudem soll neu auch Uran berücksichtigt werden.

Ökosystem-Dienstleistungen

Eine enge Zusammenarbeit mit der FG Agrarlandschaft und Biodiversität wird angestrebt, um ein Konzept zur Berücksichtigung der Ökosystem-Dienstleistungen (Köllner et al., 2013, Nemecek et al., 2016) von intensiven und extensiven Systemen in Ökobilanzen zur entwickeln und anzuwenden.

Bodenqualität

Der Lebenszyklusansatz soll in die Bewertung der Bodenqualität soweit wie möglich integriert werden (Oberholzer et al., 2012). Daneben soll eine Methode entwickelt werden, die eine Aggregation der vorhandenen Indikatoren sowie eine

Überprüfung der Wirkungsklassen (v.a. Verdichtung), und eine Berücksichtigung der C-Sequestrierung/Freisetzung im Boden ermöglicht (Goglio et al., 2016).

Biodiversität

Die Methode SALCA-Biodiversität wird erweitert, um eine Bewertung der Biodiversität im Obstbau (Jeanneret et al., 2016; Lüscher et al., 2017; van der Meer, 2017) zu ermöglichen.

Wirkungsabschätzungsmethoden

Die Wirkungsabschätzungsmethoden und Emissionsmodelle werden aktualisiert. Dabei wird ein Schwerpunkt auf eine umfassende Bilanzierung der Ressourcen Land (unter Berücksichtigung der Nahrungsmittelkonkurrenz), Wasser, P&K sowie von P-, N- und Treibhausgasemissionen. Damit wird auch eine wichtige Grundlage für das Projekt CLIMREFF, Nr. 18.14.19.7.4 bereitgestellt.

SALCAfuture

Das Informatikprojekt SALCAfuture wird nach HERMES geführt. Die Neukonzeptionierung der Berechnungswerkzeuge erfolgt in enger Kooperation mit den beiden Firmen EBP (ehemals: Ernst Basler und Partner AG) und Carbotech AG, die Agroscope mit Kompetenzen in den Bereichen Systemarchitektur, Programmierung, Webapplikationen und Umweltinformatik unterstützen.

Anwendungen

Die Anwendung der Daten und Tools wird in Kooperation mit Akteuren aus der Praxis, wie Landwirten, TSM Treuhand und IP-Suisse durchgeführt.

SALCAustain

Das Informatikprojekt SALCAfuture stellt auch die Berechnungswerkzeuge für das Projekt 18.14.19.7.01_SALCA-sustain bereit. Die korrekte Implementierung der Konzepte zum Datenfluss und der Plausibilitätskontrolle wird durch eine enge Zusammenarbeit der beiden Projekte erreicht.

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

- Dijkman T.J., Birkved M. & Hauschild M.Z., 2012. PestLCI 2.0: a second generation model for estimating emissions of pesticides from arable land in LCA. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 17: 973-986.
- Jeanneret P., Baumgartner D.U., Knuchel R.F., Koch B. & Gaillard G., 2014. An expert system for integrating biodiversity into agricultural life-cycle assessment. *Ecological Indicators*, 46: 224-231.
- Rosenbaum R.K., Anton A., Bengoa X., Bjørn A., Brain R., Bulle C., Cosme N., Dijkman T.J., Fantke P., Felix M., Geoghegan T.S., Gottesbüren B., Hammer C., Humbert S., Jolliet O., Juraske R., Lewis F., Maxime D., Nemecek T., Payet J., Räsänen K., Roux P., Schau E.M., Sourisseau S., Zelm R.v., Streit B.v. & Wallman M., 2015. The Glasgow consensus on the delineation between pesticide emission inventory and impact assessment for LCA. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 20: 765-776.
- Koellner T., De Baan L., Beck T., Brandão M., Civit B., Margni M., L.M I.C., Saad R., De Souza D.M. & Müller-Wenk R., 2013. UNEP-SETAC guideline on global land use impact assessment on biodiversity and ecosystem services in LCA. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 18: 1188-1202.
- Lüscher G., Nemecek T., Arndorfer M., Balázs K., Dennis P., Fjellstad W., Friedel J.K., Gaillard G., Herzog F., Sarthou J.P., Stoyanova S., Wolfrum S. & Jeanneret P., 2017. Biodiversity assessment in LCA: a validation at field and farm scale in eight European regions. *International Journal of Life Cycle Assessment* 1-10.
- Oberholzer H.-R., Knuchel R.F., Weisskopf P. & Gaillard G., 2012. A novel method for soil quality in life cycle assessment using several soil indicators. *Agronomy for Sustainable Development*, 32: 639-649.
- Nemecek T., Jeanneret P., Oberholzer H.R., Schüpbach B., Roesch A., Alig M., Hofstetter P. & Reidy B., 2016. Evaluating ecosystem services in the life cycle assessment of grass-land-based dairy systems. *Grassland Science in Europe*, 21, 621-623.
- Nemecek T. & Ledgard S., 2016. Modelling farm and field emissions in LCA of farming systems: the case of dairy farming. In: *Proc. of 10th International Conference on Life Cycle Assessment of Food 2016*, Dublin. UCD, 1135-1144.
- Nemecek T., Schnetzer J. & Reinhard J., 2016. Updated and harmonised greenhouse gas emissions for crop inventories. *Int J Life Cycle Assess*, 21: 1361-1378, DOI 10.1007/s11367-014-0712-7.
- Goglio P., Smith W.N., Grant B.B., Desjardins R.L., McConkey B.G., Campbell C.A. & Nemecek T., 2015. Accounting for soil carbon changes in agricultural life cycle assessment (LCA): a review. *Journal of Cleaner Production*, 104: 23-39.
- Van Der Meer M., Lüscher G., Kay S. & Jeanneret P., 2017. What evidence exists on the impact of agricultural practices in fruit orchards on biodiversity indicator species groups? A systematic map protocol. *Environmental Evidence*, 6.

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

Um den Erwartungen von Politik und Gesellschaft an eine umweltfreundliche Land- und Ernährungswirtschaft gerecht zu werden, braucht es eine umfassende Bewertung der Umweltwirkungen, welche sicherstellt, dass erarbeitete Massnahmen einerseits die erwünschte Wirkung erzielen und andererseits keine unerwünschten Nebenwirkungen nach sich ziehen. Im Projekt SALCA werden hierzu die Ökobilanzmethode und Berechnungswerkzeuge entwickelt und eingesetzt.

Ziel des Projektes SALCA ist die Bereitstellung, Aktualisierung und Anwendungen von Ökobilanzmethoden und -daten sowie von Berechnungswerkzeugen zur Ökobilanzierung und Nachhaltigkeitsbewertung als Grundlage für ein betriebliches und produktbezogenes Umwelt- und Nachhaltigkeitsmanagement in der Land- und Ernährungswirtschaft. Die Methode wird hinsichtlich der Ökotoxizität (Pestizide und Schwermetalle), Biodiversität, Bodenqualität, Emissionsmodellen, Wirkungsabschätzungsmethoden, Ökosystemdienstleistungen weiterentwickelt. Die Berechnungswerkzeuge werden im Informatikprojekt SALCAfuture neu konzipiert und aktualisiert. Methoden, Daten und Berechnungswerkzeuge werden zur Beantwortung von aktuellen Fragen im Bereich Umwelt eingesetzt, wie der Bewertung von Pflanzenschutzstrategien.

Genehmigung des Projektes

Datum: 01.09.2017	Visum FGL: gage
Datum: 10.9.2017	Visum FBL / KBL: baro
Datum: 10.9.2017	Visum V SFF: baro



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
Agroscope

Arbeitsprogramm

Projektnummer

AP 2018-2021

18.14.19.07.02

Kurzbegriff/Projektkronym (max. 20 Zeichen)

SALCAsustain

Nr. Bereich.

19

Agrarökologie und Umwelt

Nr. Gruppe

19.7

Gruppe Ökobilanzen

Projektleitung/Stellvertretung

Andreas Roesch/ Jens Lansche

Projektdauer

Projektstart

Projektende

4 Jahre

2018

2021

Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	784
Beitrag zu SFF	14
Beitrag zu weitem SFF	5, 6, 11, 13, 16

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	2.62, 2.67, 3.33, 3.36, 3.60, 3.115, 3.136, 8.5, 9.25, 9.28, 9.39, 9.48, 9.41, 16.44, 17.7, 18.15, 18.149, 24.10, 28.104
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein

Titel Originalsprache

Weiterentwicklung von Methoden für die Bewertung aller drei Dimensionen der Nachhaltigkeit (Umwelt, Ökonomie und Gesellschaft) auf Betriebsebene und Anwendung auf wichtige Forschungsfragen.

Entwicklung von Methoden für die Bewertung der Nachhaltigkeit von Landwirtschaftsbetrieben

Development of sustainability assessment methods for the evaluation of agricultural enterprises

Sustainability assessment, sustainable farm design, social well-being, , landscape-aesthetics, work load

Ausgangslage und Problemstellung

Landwirte, Beratung, Politik, Privatwirtschaft und Forschung sind zunehmend auf eine möglichst vollständige und objektive Erfassung der Nachhaltigkeit (NH) des Agrarsektors angewiesen. Die hohe Bedeutung des Themas wird auch durch die Analyse der Stakeholder-Anliegen klar belegt. So hat das BLW mehrere Fragen formuliert, deren Beantwortung eine praxistaugliche Bewertung der Nachhaltigkeit voraussetzt. Zahlreiche Verbände und Institutionen sind zudem an der objektiven Messung von Teilaspekten der Nachhaltigkeit interessiert, Stichworte sind etwa „Aktionsplan Pflanzenschutz“ oder „Fairness“. Produktionsverbände wie IP-Suisse erweitern ihre Labels diesbezüglich und die Industrie und Grossverteiler entwickeln entsprechende Strategien, bei denen die Landwirtschaft eine grosse Rolle spielt.

Deshalb hat die umfassende Beurteilung der Nachhaltigkeit für alle drei Dimensionen (Soziales, Ökonomie und Umwelt) der landwirtschaftlichen Produktion in den letzten Jahren deutlich an Bedeutung gewonnen (z.B. Zapf *et al.* 2009; Paracchini *et al.* 2015; Roesch *et al.* 2016; Schader *et al.* 2016). Trotz substantieller Fortschritte bei der Bewertung der Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Betriebe besteht aber insbesondere im sozioökonomischen Bereich noch erheblicher Forschungsbedarf hinsichtlich einer quantitativen und objektiven Erfassung der wesentlichen Einflussfaktoren, einer besseren Berücksichtigung des Lebenszyklusansatzes sowie der Normierung und Aggregation von Indikatoren.

Ein erster wichtiger Meilenstein zur Erarbeitung eines Indikatorensets, welches alle drei Dimensionen der Nachhaltigkeit abdeckt, wurde mit der Methode SALCAsustain (Roesch *et al.* 2016) erreicht. Die gewonnenen Erkenntnisse umfassen aber für die meisten Aspekte der sozialen und ökonomischen Dimension der Nachhaltigkeit noch keine fertig ausgearbeitete Indikatoren. Unter anderem wurden folgende Lücken identifiziert:

- (i) Menschliches Wohlbefinden: Normierung und Aggregation;
- (ii) Arbeitsbelastung: Berücksichtigung von Lohnunternehmen;

(iii) Tierwohl: Erweiterung des Massnahmenkatalogs auf weitere Tierarten und (iv) Ökonomie: Aggregation der Kennzahlen. Die im Bereich Umwelt identifizierten Lücken sind im Projekt 18.14.19.7.01_SALCA dargelegt.

Zudem muss ein Konzept zum Datenfluss und der Kontrolle der Plausibilität erarbeitet werden, welches im Rahmen des Projektes 18.14.19.7.01_SALCA umgesetzt wird.

Es ist beabsichtigt, die Forschung und Anwendung auf dem Gebiet der NH-Beurteilung von Agroscope, FiBL und HAFL auf einer „Plattform NH-Bewertung“ zu organisieren, um die Methoden, Tools und Forschungsergebnisse einer breiteren Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen. Mit einem Memorandum of Understanding (MoU) wird angestrebt, die Forschung zwischen den Institutionen besser zu vernetzen und Synergien zu nutzen.

SALCA sustain wird eingesetzt, um Managementstrategien von Landwirtschaftsbetrieben hinsichtlich ihrer NH zu beurteilen. Welche Systeme und Fragestellungen konkret untersucht werden, wird aufgrund der Akquisition zusätzlicher Mittel (Forschungsfonds, Behörden, Privatwirtschaft) im Laufe des Arbeitsprogramms festgelegt.

Ziele und Forschungsfragen

Hauptziel ist die Weiterentwicklung der Nachhaltigkeitsbewertungsmethode SALCA sustain mit dem Zweck, unterschiedliche Managementstrategien auf dem Betrieb hinsichtlich der Nachhaltigkeit zu analysieren und zu beurteilen. Folgende Unterziele werden verfolgt:

- 1) Erarbeitung eines Konzepts für die Normierung und Aggregation des Indikators „Menschliches Wohlbefinden“
- 2) Berücksichtigung der Leitmechanisierung und Lohnunternehmen für die Abschätzung der Arbeitsbelastung
- 3) Entwicklung eines geeigneten Indikators zur Bestimmung der Ästhetik der Landschaft
- 4) Integration der Umweltwirkungen aus dem Projekt 18.14.19.7.01_SALCA in die Bewertung der gesamten Nachhaltigkeit
- 5) Aggregation der Kennzahlen auf verschiedenen Stufen (möglicherweise bis hin zu einer einzigen Kennzahl für die gesamte Nachhaltigkeit). Dies umfasst insbesondere auch die Normierung der Kennzahlen.
- 6) Möglichst weitgehende Berücksichtigung des Lebenszyklusansatzes und damit dem Landwirtschaftsbetrieb vor- und nachgelagerte Prozesse
- 7) Schaffung einer Methode zur nachhaltigeren Gestaltung des Betriebs-Designs. Sie soll ermöglichen, die Wirkung unterschiedlicher Massnahmen auf die Nachhaltigkeit eines Betriebes zu analysieren und zu beurteilen.
- 8) Definition der Schnittstellen für die Integration der Methode im Projekt 18.14.19.7.01_SALCA
- 9) Test anhand einer genügend grossen Stichprobe von Schweizer Landwirtschaftsbetrieben. Dies schliesst insbesondere die Datenerhebung und -plausibilisierung ein (Projekt SustainFarm).
- 10) Anwendung der Methoden zur Beantwortung wichtiger Fragestellungen im Bereich Nachhaltigkeit.

Die Umsetzung mehrerer dieser Teilziele hängt von einer erfolgreichen Akquisition von Fremdmitteln ab. Dies gilt insbesondere für 1), 2) und 10). Für das Teilziel 9) wurden bereits Drittmittel erworben.

Für eine vollständige Beurteilung der Nachhaltigkeit ist die Weiterentwicklung des Konzepts für einen Tierwohl-Indikator und dessen Erweiterung auf häufig gehaltene Tierarten notwendig. Zudem muss ein Konzept für die Normierung und Aggregation ökonomischer Indikatoren erarbeitet werden. Aufgrund mangelnder Ressourcen müssen diese Ziele zurückgestellt werden. Im Laufe des Projektes wird geprüft, inwieweit sich anderweitig entwickelte Ansätze übernehmen lassen.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 14 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

Die Projektskizze SALCA sustain leistet Beiträge zum Ziel 5) des SFF 14: Damit Landwirtschaftsbetriebe in der Schweiz bezüglich deren Nachhaltigkeit bewertet werden können, bedarf es eines quantitativen Indikatorenansatzes, welcher alle drei Dimensionen der NH (Ökologie, Ökonomie, Soziales) abdeckt. Dies umfasst neben der Entwicklung operationalisierbarer Indikatoren, Wirkungsmodelle und Aggregationsvorgehen auch die Anwendung der Methodik auf Praxisbetrieben.

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

zu SFF Nr. 5: Beitrag zum Oberziel (Grundlagen für einen nachhaltigen Pflanzenschutz bereitzustellen): Eine umfassende Bewertung des Pflanzenschutzes verlangt u.a. quantifizierbare Indikatoren im Bereich Ökonomie und Soziales, welche durch das Projekt SALCA sustain bereitgestellt werden.

zu SFF Nr. 6: Beitrag zu Ziel 3 (Definition von Haltungssystemen, welche beitragen den Antibiotikaeinsatz zu verringern, ohne ökonomische und ökologische Anforderungen zu vernachlässigen): Die Optimierung von Haltungssystemen und Nutzungsmethoden hinsichtlich der Ökologie, Ökonomie und Arbeitswirtschaft verlangt ein quantitatives Messinstrument, welches im Projekt SALCA sustain entwickelt wird.

Zu SFF Nr. 11: Beitrag zu Ziel 1 (wettbewerbsfähigere, ergonomischere, ökologischere und tiergerechtere Gestaltung der landwirtschaftlichen Produktion mit Smart-Farming-Systemen):

SALCAsustain hilft wesentlich mit, das nötige Werkzeug zur quantitativen Abschätzung verschiedener NH-Aspekte (z.B. Wettbewerbsfähigkeit, Arbeitsbelastung, soziale Auswirkungen) von Smart-Farming Technologien bereitzustellen.

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

Die SALCAsustain-Methodik und deren Anwendungen sind sowohl für konventionelle Systeme, integrierte Produktion als auch den Biolandbau einsetzbar. Spezifische Merkmale des Biolandbaus werden – wenn möglich – berücksichtigt, soweit sie für die untersuchten Systeme und Forschungsfragen relevant sind. Der Vergleich von Biolandbaubetrieben mit Referenzbetrieben wird hinsichtlich deren Nachhaltigkeit ermöglicht.

Material und Methoden (grob skizziert)

Die NH-Indikatoren werden in Zusammenarbeit mit den FG 17.4, 19.6, 19.7, 20.1 und 20.3 von Agroscope weiterentwickelt. Bei Bedarf werden weitere Institutionen (wie z.B. FiBL, HAFL, Agéco, jch-consult, HBLFA Raumberg-Gumpenstein) miteinbezogen.

Das methodische Vorgehen ist im Folgenden thematisch gegliedert und angelehnt an die Teilziele kurz erläutert.

Menschliches Wohlbefinden

Ausgehend von den Ausführungen in Roesch *et al.* (2016) sowie den Ergebnissen einer von IP-Suisse durchgeführten Umfrage auf Praxisbetrieben wird - in enger Zusammenarbeit mit der FG Sozioökonomie und andern externen Partnern - die Operationalisierung und Normierung/ Aggregation des Indikators „Menschliches Wohlbefinden“ durchgeführt. Dabei wird auf die jüngsten Entwicklungen (z.B. Latruffe *et al.*, 2016) sowie den von UNEP-SETAC entwickelten Richtlinien für die soziale Lebenszyklusanalyse zurückgegriffen. Zur Normierung/ Aggregation der einzelnen Aspekte des „Menschlichen Wohlbefindens“ ist es zielführend, die in Roesch *et al.* (2016) skizzierte Methode weiter zu entwickeln. Dies verlangt insbesondere, möglichst breit abgestützte Leistungsreferenzwerte.

Arbeitsbelastung

Für die Abschätzung der Leitmechanisierung wird u.a. auf eine Umfrage zum technischen Fortschritt zurückgegriffen, die im SFF11 von der FG Arbeit, Bau und Systembewertung durchgeführt wird. Für Betriebe, die einen substantiellen Anteil ihrer Arbeit durch Lohnunternehmer erledigen lassen, muss diese bei der Abschätzung der (zeitlichen) Arbeitsbelastung berücksichtigt werden.

Ästhetik des Landschaftsbildes

Der Indikator zur Beurteilung der Ästhetik des Landschaftsbildes basiert auf der Arbeit von Tveit *et al.* (2006) sowie Schüpbach *et al.* (2016). Der Indikator setzt sich aus einem flächengewichteten Präferenzwert und einem Diversitätsindex (Shannon-Index) zusammen, wobei zur Normierung auf Mittelwerte in den einzelnen UZL (Umweltziele für die Landwirtschaft) -Regionen und Produktionszonen zurückgegriffen wird,

Tierwohl

Im Bereich Tierwohl sind bei Agroscope keine spezifischen Aktivitäten für die Weiterentwicklung eines umfassenden Tierwohlintindikators geplant. Laufende Arbeiten an der Forschungsanstalt HBLFA Raumberg Gumpenstein können wertvolle Grundlagen für eine Weiterentwicklung der Indikatoren zu einem späteren Zeitpunkt liefern.

Aggregation ökonomische Indikatoren

Zur Normierung und Aggregation der in Roesch *et al.* (2016) beschriebenen sechs ökonomischen Indikatoren wurde in Esteves *et al.* (2017) ein Vorschlag ausgearbeitet. Die Anwendbarkeit soll an konkreten Fallbeispielen geprüft und weiter verbessert werden.

Lebenszyklusansatz

Der in Roesch *et al.* (2016) präsentierte Fragenkatalog für das „menschliche Wohlbefinden“ erlaubt wegen der gegebenen Restriktion (Befragung nur via Betriebsleiter) keine vollständige Berücksichtigung vor- und nachgelagerter Prozesse. Um möglichst viele Stakeholder entlang der Wertschöpfungskette einzubeziehen, muss die Befragung auf weitere Stakeholder ausgedehnt werden. Für die Bewertung der wirtschaftlichen Situation eines Landwirtschaftsbetriebes soll geprüft werden, ob und wie sich die Methode der Lebenszykluskosten-Rechnung, was dem Ansatz einer Vollkostenrechnung entspricht, in das Gesamtsystem integrieren lässt. Für die soziale Dimension wird auf den Ansatz der Social LCA zurückgegriffen.

Managementstrategien

Der Vergleich unterschiedlicher Managementstrategien sowie betrieblicher Massnahmen bedarf einer sorgfältigen Zusammenstellung genügend detaillierter Inventare auf einer geeigneten Auswahl von Praxisbetrieben. In einzelnen Fällen dürfte es dabei zur Reduktion des Arbeitsaufwandes sinnvoll sein, auf Inventare von „Modellbetrieben“ zurückzugreifen.

Anwendung in der Praxis

Es ist unerlässlich, die entwickelten Methoden auf einem Netz von Schweizer Landwirtschaftsbetrieben unterschiedlichster Ausrichtung anzuwenden und auf ihre Praxistauglichkeit und Akzeptanz zu überprüfen. Dies schliesst insbesondere auch eine saubere Datenerhebung und gründliche -plausibilisierung mit ein. Das bereits laufende Projekt „SustainFarm“ liefert dazu einen wichtigen Beitrag.

Das Informatikprojekt SALCAfuture stellt die dazu nötigen Berechnungswerkzeuge bereit.

Statistische Analysen

Diverse statistische Methoden (multivariate Statistik, z.B. Regression, Faktoranalyse, Clusteranalyse) werden eingesetzt, um die gewonnenen Resultate auf ihre Plausibilität und Aussagekraft zu überprüfen und Empfehlungen für Forschung, Beratung und Praxis auszuarbeiten.

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

- Esteves, M., Zorn, A., Baur, I. & Lips, M., 2017: Financial ratios as indicators of economic sustainability: Synergies and trade-offs for Swiss dairy farms, *21st International Farm Management Congress*, Edinburgh, July 2nd-7.
- Latruffe, L., Diazabakana, A., Bockstaller, C., Desjeux, Y., & Finn, J. (2016): Measurement of sustainability in agriculture: a review of indicators. *Studies in Agricultural Economics*, 118(3), 123-130.
- Paracchini M. L., Bulgheroni C., Borreani G., Tabacco E., Banterle A., Bertoni D. & De Paola C., 2015: A diagnostic system to assess sustainability at a farm level: The SOSTARE model. *Agricultural Systems*, 133, 35-53.
- Roesch A., Gaillard G., Isenring J., Jurt C., Keil N., Nemecek T., Rufener C., Schüpbach B., Umstätter C., Waldvogel T., Walter T., Werner J. & Zorn A., 2016: Umfassende Beurteilung der Nachhaltigkeit von Landwirtschaftsbetrieben. *Agroscope Science*, 33, 278 S.
- Schader C.; Baumgart L., Landert J., Muller A., Ssebunya B., Blockeel J., Weissshaidinger R., Petrasek R., Mészáros D., Padel S., 2016: Using the Sustainability Monitoring and Assessment Routine (SMART) for the Systematic Analysis of Trade-Offs and Synergies between Sustainability Dimensions and Themes at Farm Level. *Sustainability*, 8 (3), 274.
- Schüpbach, B., Junge, X., Lindemann-Matthies, P., Walter, T., 2016: Seasonality, diversity and aesthetic valuation of landscape plots: An integrative approach to assess landscape quality on different scales. *Land Use Policy*, 53, 27-35.
- Tveit, M., Ode, A., Fry, G., 2006: Key Concepts in a Framework for Analysing Visual Landscape Character. *Landscape Research*, 31, 229-255.
- Zapf R., Schultheiß U., Oppermann R., Van den Weghe H., Döhler H. & Doluschitz R., 2009: Bewertung der Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Betriebe. *KTBL-Schrift 473*. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt.

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

Nachhaltig geführte Landwirtschaftsbetriebe sind für die Zukunft der Land- und Ernährungswirtschaft von höchster Bedeutung. Im Projekt werden operationalisierbare Indikatoren zur umfassenden Bewertung der Nachhaltigkeit von landwirtschaftlichen Betrieben in allen drei Dimensionen Umwelt, Ökonomie und Soziales entwickelt. Die Ergebnisse der Betriebsbewertungen sollen für Verbesserungen der Managementstrategien eingesetzt werden.

Die Beurteilung der Nachhaltigkeit von Landwirtschaftsbetrieben verlangt operationalisierbare Indikatoren, welche durch das Projekt SALCA sustain bereitgestellt werden. Das Projekt liefert folgende Beiträge zur Bestimmung von Nachhaltigkeits-Indikatoren: (i) die Normierung und Aggregation von Kennzahlen, insbesondere für die soziale und ökonomische Dimension, (ii) eine bessere Abschätzung der Arbeitsbelastung durch Einbezug der Mechanisierung und der Lohnunternehmen, (iii) die Erfassung der Ästhetik der Landschaft sowie (iv) eine möglichst gute Berücksichtigung vor- und nachgelagerter Prozesse.

Die Methodik soll erlauben, die Wirkung unterschiedlicher Massnahmen eines Betriebes zu analysieren und zu beurteilen mit dem Ziel, das Betriebsdesign nachhaltiger auszurichten. Wichtiges Ziel ist zudem, die Methode umfassend in der Praxis anzuwenden, was insbesondere auch die Datenerhebung und -plausibilisierung einschliesst, und eine saubere Schnittstelle zu den im Projekt SALCA entwickelten Umweltwirkungen verlangt.

Genehmigung des Projektes

Datum: 01.09.17	Visum FGL: gage
Datum: 11.9.2017	Visum FBL / KBL: baro
Datum: 11.9.2017	Visum V SFF: baro



Projekt

Total Arbeitstage ohne Drittmittel	878
Beitrag zu SFF	14
Beitrag zu weitem SFF	6, 12, 13

Bedürfniserhebung: Beitrag zu Anliegen Nr.	3.110, 3.132, 3.139, 4.39, 4.40, 4.41, 4.42, 4.43, 4.44, 4.64, 4.70, 4.76, 5.11, 9.1, 15.3, 16.12, 23.76, 23.175, 23.224, 28.114, 28.115, 28.121
Projekt enthält Arbeiten mit Drittmitteln	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Projekt enthält Beitrag zu Biolandbau	<input checked="" type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein

Titel Originalsprache

Bewertung von Standorten und Geruchsimmissionen aus der Nutztierhaltung

Bewertung von Geruchsimmissionen

Assessment of site and odour impact from animal husbandry

Nutztierhaltung, Methoden, Geruchsausbreitung, Geruchsimmission, lokale Strömung, Standort, Exposition

Ausgangslage und Problemstellung

Mit Blick auf Auswirkungen auf die Anwohnerschaft stehen Betriebe mit Tierhaltung unterschiedlichen Herausforderungen gegenüber: a) betriebliches Wachstum mit grösseren Tierbeständen oder neuen Systemen am bestehenden Standort; b) Investitionssicherheit für Tierhaltungsbetriebe dank zukunftsgerichteter Betriebsstandorte; c) Siedlungsdruck (Bevölkerungswachstum, mit heranrückender Wohnbebauung vor allem in Agrar-, periurbanen ländlichen und touristischen Gemeinden) und zunehmende Sensibilisierung der betroffenen Anwohner gegenüber Geruchsimmissionen aus der Tierhaltung; d) Anforderung von Seiten der Raumplanung, die Zersiedelung nicht weiter voranzutreiben. Erfolgen betriebliche Anpassungen oder Investitionsentscheide nicht gekoppelt mit sorgfältigen Abklärungen zum Standort, können Einsprachen im Rahmen von Baubewilligungsverfahren oder später Geruchsbeschwerden aufwändige Streitfälle und Kostenfolgen nach sich ziehen.

Standortbewertung:

Die bisherigen Erkenntnisse von Agroscope zu Geruch von Einzelquellen und zum Abklingverhalten von Gesamtanlagen mit der Distanz müssen mit Daten für Standorte mit komplexem Gelände, lokalen Windsystemen (Hang-, Talwind) und Kaltluftabfluss erweitert werden. Unter diesen Bedingungen genügt eine fixe, richtungsunabhängige Abstandsermittlung/-bemessung nicht; vorhandene Ausbreitungsmodelle stossen an Grenzen bzw. lokale, standortbezogene meteorologische Daten fehlen in der Regel. Entscheidungsgrundlagen zur Geruchsausbreitung und zur Relevanz von Geruchsimmissionen je nach Standortsituation sind bisher unzureichend. Um der jeweiligen einzelbetrieblichen Situation und der jeweiligen Standortkonstellation mit den vielfältigen topographischen Gegebenheiten in der Schweiz in der Planungssituation gerecht zu werden, sind konkretere Vorgehensweisen und geeignete Indikatoren zur Abklärung lokaler Strömungspfade sowie lokaler Windeinflüsse und deren Auswirkung auf die

Geruchsausbreitung vor Ort erforderlich. Es gilt, die Investitionssicherheit zu verbessern. Daher ist ein Vorgehen erforderlich, damit Behörden, Planer und Experten einzelbetrieblich Standortabklärungen direkt vornehmen können.

Geruchsbeschwerden:

Harrevelde (2001) beschreibt Geruchsbelästigung als Prozess von einer unangenehmen Geruchswahrnehmung, wiederholter Konfrontation mit der unerwünschten fremdbestimmten Situation, ihrer Unausweichlichkeit über die Beeinträchtigung von Wohlbefinden und Lebensqualität bis zu einer Beschwerde. Eine Vielfalt von Einflussgrössen trägt je nach Art, Intensität, Dauer und Häufigkeit sowie Hedonik zur Geruchswahrnehmung bei. Ein geeigneteres, situationsbezogenes Vorgehen, welches die Gesamtkonstellation mit vertretbarem Aufwand besser aufnimmt, fehlt.

Ziele und Forschungsfragen

1. Methoden sind entwickelt, erprobt und auf deren Eignung im Hinblick auf Planungsverfahren bewertet, um das Vorkommen lokaler Strömungspfade und deren räumliche Ausdehnung anhand von geeigneten Indikatoren zu ermitteln, und damit die Anwendbarkeit im Vollzug zu verbessern.
2. Ein Vorgehen zur Ermittlung und Bewertung von Geruchsimmissionen aus der Tierhaltung sowie zu möglichen Auswirkungen auf Betroffene ist unter Berücksichtigung der betrieblichen, standort- und immissionsbezogenen Konstellation evaluiert, um mit diesen methodischen Entwicklungen die Anwendbarkeit im Vollzug zu verbessern.
3. Fachliche Grundlagen zu Geruch und dessen Ausbreitung sind zur Vollzugsunterstützung bereitgestellt sowie Handlungswissen für Praxis und Beratung erarbeitet.

Eine erfolgreiche zukünftige Drittmittel-Akquisition ist im Bereich Forschung auf das Ziel 2 sowie im Bereich Vollzugsunterstützung auf den Umfang der Bearbeitung des Ziels 3 ausgerichtet.

Konkreter Beitrag zum SFF Nr. 14 (in wenigen Sätzen den konkreten Beitrag und die neuen Erkenntnisse zum SFF beschreiben, dies mit einem klaren inhaltlichen Bezug zu den Forschungsfragen im SFF)

1. Methoden und Indikatoren zur Erfassung von Umweltwirkungen (Bsp. Geruchsimmissionen) und damit zur Vermeidung von Geruchsbeschwerden werden erarbeitet.
2. Erkenntnisse klären den Handlungsbedarf für zusätzliche Abklärungen, Vermeidungs-, Lösungsmassnahmen (Standortwahl).
3. Daten zu Emissionen und Immissionen bei unterschiedlichen Standort- und Betriebskonstellationen helfen, Prozesse, Ursachen, Interaktionen und Massnahmen zum Emissions- und Immissionsschutz zu erkennen.
4. Entscheidungshilfen werden für Akteure im Vollzug der Luftreinhaltung erweitert.

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

zu SFF Nr. 6: Methoden und neue Erkenntnisse zur Bewertung von Standort und Geruchsimmissionen aus der Tierhaltung nehmen Entwicklungen in der Nutztierhaltung (Haltungsformen, technische Entwicklungen und einzelbetriebliche Abläufe), gesellschaftliche Ansprüche (Akzeptanz von Tierhaltung in der Nachbarschaft) und betriebliche Entwicklungen (grössere Herden) auf. (Frage 2 und Forschungsfrage 3)

zu SFF Nr. 12: Wissenschaftlich abgestützte Entscheidungsgrundlagen zur gezielteren Standortbewertung sind in der Schweiz mit heterogen ausgeprägter Topografie für Planungsverfahren von grosser Bedeutung. Den raumplanerischen Herausforderungen mit Bevölkerungswachstum, Siedlungsdruck, Standortgunst für Wohn- und Arbeitsorte stehen für landwirtschaftliche Betriebe Produktionskosten, Investitionssicherheit, die einzelbetrieblichen Standortanforderungen mit Blick auf Immissionsschutz und gesellschaftliche Akzeptanz von Tierhaltung in der unmittelbaren Nachbarschaft gegenüber. (Fragestellung 2 und Forschungsfrage 5).

zu SFF Nr. 13: Als Ergebnisse stehen neue Erkenntnisse und vor allem Methoden im Vordergrund, welche die sich verändernden gesellschaftlichen Anforderungen (Lebens- und Wohnqualität) im Kontext mit aktueller Produktionstechnik, Betriebsentwicklungsstrategien, Standortkonstellationen und die anzustrebende räumliche Entwicklung aufnimmt. Erkenntnisse, welche unerwünschte Umweltwirkungen verringern oder fundiertere Entscheidungshilfen zur Betriebsentwicklung bieten, dienen der Investitionssicherheit und damit der Wettbewerbsfähigkeit. Für betriebliches Wachstum sind bessere Kenntnisse der konkreten Standortvoraussetzungen, zur Geruchsausbreitung, -wahrnehmung und zur Bewertung von Geruchsimmissionen entscheidend. (Frage 1 und Forschungsfrage 3)

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

Methoden und Entscheidungsgrundlagen für die Standortwahl und Investitionssicherheit sind auch auf Biobetriebe ausgerichtet. Ausgedehnte Flächenquellen, wie zum Beispiel die Haltung behornter Kühe oder ein grösserer Anteil an Festmist, sind gerade bei Biobetrieben von Bedeutung.

Material und Methoden (grob skizziert)

Zu Ziel 1) Vorgehen zur Standortbewertung:

- a) Damit zukünftig bereits in Planungssituationen lokale Strömungspfade einfacher ermittelt werden können, wird ein Erhebungskonzept ausgearbeitet. Winddaten können dabei neu auch bodennah mit dem mobilen Erfassungssystem (Solarbetrieb) an mehreren Positionen erhoben werden. Als Indikatoren für lokale Strömung und damit Geruchsausbreitung sollen geeignete Tracer für den Einsatz im Gelände evaluiert werden.
- b) Messperioden auf ausgewählten Einzelstandorten erfolgen zeitlich gestaffelt. Die topografisch, landnutzungsabhängige Standortsituation und Quellkonstellation wird beschrieben. Meteorologische Parameter zur Beschreibung der Strömungssituation werden erfasst und mit punktuellen Erhebungen von Geruchsimmission und Tracern, welche sich auch für die Planungsphase eignen, ergänzt. Damit werden das Vorkommen und die räumliche Ausdehnung des lokalen Strömungspfades ermittelt. Weiter werden experimentell am einzelnen Standort die Quellstärke (z.B. mit Tieren bei verschiedener Lebendmasse) und/oder die Quellkonstellation (Art, Grösse, Anordnung und Exposition von Einzelquellen) variiert, um Hinweise auf deren Einfluss zu erhalten.
- c) Die Übereinstimmung des Abklingverhaltens mit der Distanz zwischen Geruchswahrnehmung und ausgewählten Tracern im Strömungspfad wird geprüft.
- d) Ein geeignetes Vorgehen und Kriterien zur Standortbewertung werden mit Blick auf eine Anwendung im Vollzug konkretisiert.

Zu Ziel 2) Vorgehen zur Ermittlung und Bewertung von Geruchsimmissionen:

Die Realisierung von Ziel 2 ist von einer erfolgreichen Drittmittel-Akquisition abhängig.

- a) Ein situationsbezogenes Erhebungskonzept wird zur Ermittlung von Geruchsimmissionen aus der Tierhaltung konkretisiert unter Berücksichtigung der betrieblichen Aspekte (z.B. Art der Einzelquellen, Betriebsbedingungen), der standortbezogenen Konstellation (lokale Strömung, Art der Wohnnutzung, regionale Besonderheiten) sowie der immissionsseitigen Parameter (Geruchsart, Intensität, Häufigkeit, Dauer, Hedonik).
- b) Auswirkungen der Geruchsimmission auf die Lebensqualität Betroffener, auf die Beeinträchtigung im Verhalten und von Aktivitäten (z.B. Aufenthalt im Freien, Fenster schliessen, Wäsche aufhängen) sowie Hinweise zum Wohlbefinden werden erfragt.
- c) Die räumliche und zeitliche Übereinstimmung zwischen betrieblichen und strömungsbezogenen Aspekten sowie den Angaben von Testpersonen und betroffenen Anwohnern werden verglichen.
- d) Empfehlungen für ein situationsbezogenes Vorgehen zur Anwendung im Vollzug werden konkretisiert.

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

- Albrecht A., Fischer G., Brunemann-Stubbe G., Jäckel U., Kämpfer, P., 2008. Recommendations for study design and sampling strategies for airborne microorganisms, MVOC and odours in the surrounding of composting facilities. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 211, 121-131.
- BAFU, 2015. Empfehlung zur Beurteilung von Gerüchen. Geruchsempfehlung Entwurf. Bundesamt für Umwelt, Bern, 45 S.
- DEFRA, 2010. Odour Guidance for Local Authorities. Department for Environment, Food and Rural Affairs, London.
- Eckhof W., Gallmann E., Grimm E., Hartung E., Kamp M., Koch R., Lang M., Schauburger G., Schmitzer R., Sowa A., 2012. Emissionen und Immissionen von Tierhaltungsanlagen – Handhabung der Richtlinie VDI 3894. Darmstadt.
- Fischer G., Albrecht A., Jäckel U., Kämpfer P., 2008. Analysis of airborne microorganisms, MVOC and odour in the surrounding of composting facilities and implications for future investigations. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 211, 132-142.
- Gallmann E., 2011. Beurteilung von Geruchsimmissionen aus der Tierhaltung. Habilitationsschrift Universität Hohenheim, 241 S.
- Keck M., Frei M., Schrade S., 2015. Influence of local terrain on odour attenuation over distance in a dairy farm with biogas plant. IWA Conference on Odours & Air Emissions, Paris, 16.-18.11.2015.
- Keck M., Schrade S., Frei M., Keller M., Weber K., Mager K., 2013. Geruchsquellen bei Biogasanlagen. Schlussbericht im Auftrag des BFE.
- Nicell J., 2009. Assessment and regulation of odour impacts. *Atmospheric Environment* 43, 196-206.
- Steiner B., Keck M., 2016. Mindestabstände von Tierhaltungsanlagen. Berichtsentwurf.
- Steiner B., Keck M., 2015. Situationsanalyse bei Geruchsbeschwerden über Rinderställe. *Agrarforschung Schweiz* 6 (11–12), 500–507.
- Whiteman C. D., 2000. *Mountain meteorology: fundamentals and applications*. Oxford University Press, pp. 355.

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

Zur Abklärung lokaler Strömungspfade entwickelt Agroscope Methoden für eine gezieltere Standortbewertung. Die immissionsseitige Geruchswahrnehmung und deren Bewertung sind mit Blick auf den betrieblichen und standortbezogenen Kontext beschrieben. Davon lassen sich Empfehlungen für die Planung von Tierhaltungsanlagen, zur Standortwahl und zur Vermeidung von Geruchsbeschwerden verbessern.

In der Schweiz mit heterogen ausgeprägter Topografie wird eine gezieltere Standortwahl von Betrieben mit Tierhaltung wichtiger. Agroscope entwickelt und bewertet mit Blick auf die Geruchsausbreitung Methoden und Indikatoren für Planungsverfahren zur Abklärung lokaler Strömungspfade. Einflussgrössen auf die immissionsseitige Geruchswahrnehmung und deren Bewertung sind mit Blick auf den betrieblichen und standortbezogenen Kontext aufgezeigt. Davon lassen sich Empfehlungen für die Planung von Tierhaltungsanlagen, zur Standortwahl und zur Vermeidung von Geruchsbeschwerden verbessern. Dies dient somit den Akteuren beim Vollzug der Luftreinhaltung.

Genehmigung des Projektes

Datum: 31.08.2017	Visum FGL: umch
-------------------	-----------------

Datum: 26.10.2017	Visum FBL / KBL: elna
-------------------	-----------------------

Datum: 26.10.2017	Visum V SFF: baro
-------------------	-------------------