

PUBLIZIERBARER ENDBERICHT

gilt für Studien aus der Programmlinie Forschung

A) Projektdaten

Kurztitel:	FarmClim
Langtitel:	FarmClim: Farming for a better climate by improving nitrogen use efficiency and reducing greenhouse gas emissions
Programm inkl. Jahr:	ACRP, 4th Call for Proposals 2011
Dauer:	01.05.2012 bis 31.07.2014
KoordinatorIn/ ProjekteinreicherIn:	Priv.Doz.Dr. Barbara Amon, Universität für Bodenkultur
Kontaktperson Name:	Priv.Doz.Dr. Barbara Amon
Kontaktperson Adresse:	Peter-Jordan-Strasse 82, 1190 Wien
Kontaktperson Telefon:	0043 1 47654 3100
Kontaktperson E-Mail:	Barbara.amon@boku.ac.at
Projekt- und KooperationspartnerIn (inkl. Bundesland):	Austrian Agency for Health and Food Safety (AGES; Wien) Umweltbundesamt GmbH (U; Wien) Chamber of Agriculture of Lower Austria (LK; NÖ) University of Graz, Institute of Systems Sciences, Innovation and Sustainability Research (ISIS; Steiermark)
Schlagwörter:	greenhouse gas mitigation, greenhouse gas modelling, implementation, inter- and transdisciplinary research, nitrogen use efficiency, science-policy-gap, sustainability
Projektgesamtkosten:	424 600 €
Fördersumme:	306 905 €
Klimafonds-Nr:	B175101
Erstellt am:	01.12.2014

B) Projektübersicht

1 Kurzfassung

Hintergrund und Ziele

FARM-CLIM erfasst die Flüsse von Stickstoffverbindungen und anderen klimarelevanten Substanzen aus der österreichischen Landwirtschaft und analysiert Möglichkeiten zur Verbesserung der Effizienz des Nährstoffeinsatzes und Verringerung von Verlusten. Dabei berücksichtigt FarmClim die Notwendigkeit der Landwirtschaft, einen steigenden Bedarf an Futtermitteln, Nahrungsmitteln und Biomasse für erneuerbare Energien zu decken. FarmClim entwickelt die Basis einen Leitfadens, der in der landwirtschaftlichen Beratung Anwendung finden kann. Der Fokus liegt stärker auf dem Schließen des science-policy-gaps als auf dem Erarbeiten vollkommen neuer Maßnahmen.

Die Arbeit von FarmClim umfasst Tierhaltung und Pflanzenbau. Die vorgeschlagenen Maßnahmen werden einer ökonomischen Evaluierung unterzogen. Ein Arbeitspaket befasst sich mit dem Modellieren von N₂O-Emissionen. In zwei konkreten Modellregionen werden mit Hilfe von Bodenmodellen die vom IPCC vorgegebenen Faktoren zur Bestimmung der treibhauswirksamen Lachgasemissionen aus Böden geprüft. Ein weiteres Ziel ist es, zur Verbesserung der für Österreich verpflichtenden Berichterstattung der nationalen Treibhausgasinventur beizutragen, damit die Leistungen der Landwirtschaft auch im nationalen Emissionsinventar sichtbar werden.

FarmClim bearbeitet die Thematik in einem multi- und interdisziplinären Ansatz mit einem Team aus national und international renommierten Experten aus der Wissenschaft, der Umweltberichterstattung und Vertretern der Landwirtschaft. Das Einbeziehen der Stakeholder Sicht zu einem sehr frühen Projektzeitpunkt trägt dazu bei, von der Wissenschaft vorgeschlagene Maßnahmen zur Verbesserung der Effizienz auf ihre Praxistauglichkeit zu prüfen.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Im Bereich Tierhaltung wurden die Maßnahmen „Verbesserung der Grundfutterqualität beim Rind“, „Phasenfütterung beim Mastschwein“ und „Biogaserzeugung aus Wirtschaftsdünger“ als viel versprechend identifiziert und einer genaueren Analyse unterzogen. Eine verbesserte Grundfutterqualität zeigte ökonomisch und ökologisch positive Wirkungen. Die Verbesserung bzw. Veränderung des Pflanzenbestandes durch gezielte Einsaat auf schwachen Standorten, die Mineralstoffversorgung sowie die Optimierung des Schnittzeitpunktes sind mögliche Verbesserungspotentiale. Begrenzend wirken hier die Standortbedingungen in manchen Regionen Österreichs, die eine Steigerung der Schnitthäufigkeit von Grünland begrenzen. Die Phasenfütterung bei Mastschweinen ist vor allem bei Stallneubauten ökonomisch sinnvoll, da sie zu einer Reduktion der Futterkosten führt und gleichzeitig die Stickstoffausscheidung senkt und damit Emissionen vermindert. In bestehenden Gebäuden ist aus technischen und/oder ökonomischen Gründen oftmals nur die Variante der optimierten Einphasenfütterung umsetzbar. Sie ermöglicht einen höheren Umsetzungsgrad und verbessert damit die Umweltwirkungen. Der Einsatz von

Wirtschaftsdüngern in landwirtschaftlichen Biogasanlagen hat deutliche ökologische Vorteile, da er Treibhausgasemissionen während der Wirtschaftsdüngerlagerung vermindert und erneuerbare Energie erzeugt. Tatsächlich erlauben die derzeit ungünstigen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen praktisch keine Umsetzung dieser Maßnahme.

Im Bereich Pflanzenbau untersuchte FarmClim optimierte N-Düngungsraten und die Möglichkeit des vermehrten Einsatzes von Leguminosen in der Fruchtfolge. Die zunehmende Variabilität von Preisen und Witterung machen eine a priori Festlegung der optimalen N-Düngermenge zunehmend schwierig. FarmClim empfiehlt eine regional angepasste N-Düngung, die sowohl Aspekte des Umweltschutzes als auch der Produktivität berücksichtigt. Für die Verbesserung der Düngungseffizienz sind darüber hinaus umfassende Maßnahmen im Anbau zu berücksichtigen wie die optimierte Bestandespflege und -beobachtung sowie der Einsatz zeitgerechter Pflanzenschutzmaßnahmen. Alle weiteren Maßnahmen, welche die N-Düngung an den N-Bedarf anpassen, sollen genutzt werden: Bodenproben, Chlorophyllmessungen (zB. N Tester oder andere Chlorophyllmessgeräte), Ausbringung mit verminderten Ammoniakemissionen und die rasche Einarbeitung von Wirtschaftsdüngern und Harnstoff. Die Änderung von Fruchtfolgen zu Gunsten von mehr Leguminosen und weniger Mais und Getreide führt zu einer Reduktion der Treibhausgasemissionen. Jedoch muss beachtet werden, dass damit auch ein wirtschaftlicher Verlust für den Landwirt einher geht und die Energieproduktion pro Hektar sinkt.

FarmClim verwendete das Model "LandscapeDNDC", um in zwei österreichischen Regionen die N₂O-Emissionen aus Böden zu modellieren. Es ergaben sich je nach Boden- und Pflanzenart unterschiedliche N₂O-Emissionsfaktoren, die unter den Richtwerten lagen, die vom IPCC für das Emissionsinventar als Standard vorgesehen sind. Österreich-spezifische N₂O-Emissionsfaktoren sollten detaillierter untersucht und modelliert werden, um schließlich Faktoren im nationalen Inventar zu verwenden, welche die Bedingungen in Österreich widerspiegeln. Der Teil „Möglichkeiten zur Verbesserung des nationalen Inventars“ in FarmClim lieferte hier viel versprechende Ansätze, die weiter verfolgt werden sollen.

Ausblick

FarmClim war als inter- und transdisziplinäres Projekt konzipiert mit dem Ziel, Möglichkeiten der Optimierung der N-Effizienz und der Verminderung von Treibhausgasemissionen in der österreichischen Landwirtschaft zu identifizieren und einer ökologischen und ökonomischen Analyse zu unterziehen. Der inter- und transdisziplinäre Projektansatz eröffnete während der Projektarbeit neue Perspektiven und Sichtweisen, die in einer rein disziplinären Umgebung nicht entstehen. Der gemeinsam begonnene Weg sollte auch nach Beendigung der Projektphase fortgeführt werden, um tragfähige Lösungen zu finden und kontinuierlich weiter zu entwickeln, welche einen hohen Standard der österreichischen Landwirtschaft sichern und gleichzeitig die Bedürfnisse nach steigender Produktivität berücksichtigen.

2 Executive Summary

Motivation of the project

FarmClim assesses impacts of agriculture on GHG fluxes in Austria and proposes measures for mitigating emissions, including their economic assessment while considering that agriculture has to supply feedstock for a growing demand market. Including stakeholders' views at a very early project state contributes to closing the science-policy gap in the area of climate friendly farming.

Objectives of the project

The general objectives of FarmClim are: Optimise N use in Austrian agriculture while considering the growing demand for agricultural products; Minimise N and GHG losses to the environment and identify intervention points for a general N and GHG strategy; Develop a common understanding for establishing a basis for guidelines for agricultural advisory services; Close the science-policy gap on N use efficiency and GHG mitigation.

Project structure and methodology

FarmClim addresses nitrogen and GHG fluxes in Austrian agriculture, both for animal husbandry and in crop production. The work package structure has been established to (i) allow assessment of fluxes and identify mitigation, (ii) map emissions using soil modelling in order to identify hot-spots and "hot moments", (iii) assess economic effects of the mitigation measures proposed and (iv) to allow mitigation measures become accountable under international agreements. Finally, in collaboration with an agricultural advisory organisation, possibilities for practical application of the recommendations discussed and provided in the project were examined. The focus here was to optimise inputs while maintaining the productivity level of agriculture.

Results and conclusions

WP1: Management and coordination: The project management structure was successfully set up and maintained at a highly productive level throughout the project duration, despite of the considerable diversity of project participants. Major outcomes have successfully been shared with the agricultural and scientific community.

WP2: GHG from animal husbandry: FarmClim identified mitigation measures and data input for the economic assessment and for inventory improvement: dairy cattle diet, phase feeding for pigs, and anaerobic digestion of animal manures. Data include detailed economic information for further processing.

WP3: N and GHG in crop production:

Increasing fluctuations of product prices and yields due to impacts of climate change are more and more complicating the optimisation of N fertilisation. Therefore a cautious and responsible rating of N input is proposed, considering environmental aspects and respecting that agriculture has already made efforts. For calculations of N flows and N efficiency indicators on field level information on "N content per ton of harvested product" should be updated regularly. The substitution of maize and cereals by legume crops induces an abatement of CO₂ emissions per ha, but also leads to relevant

losses of energy yields. All possible devices and techniques for better matching crop N demand such as soil testing, chlorophyll measurements by N tester, application techniques with reduced NH₃ emissions and immediate incorporation of manure and urea containing fertilisers should be further extended.

WP 4: Modelling N₂O-Emissions from Austrian Soils: The "LandscapeDNDC" model was used in order to create an inventory of N₂O emissions. For two model regions the input-data were gathered to set-up a comprehensive data base. Calculated per amount of nitrogen applied, different emission factors were yielded for each soil type depending on the crop type.

WP5: Economic Assessment: In WP 5 the mitigation measures' implementation costs have been calculated in specific economic models. Mitigation measures have been developed on the basis of intensive discussion with WP 2 and 3.

WP6: Potential for revision in IPCC reporting: National N flow data based on the IPCC model and the OECD balance have been analysed. Improvement points of the IPCC methodology were isolated and potential of the DNDC-model findings to develop national and regional based EF was shown.

WP7: Basis for recommendations on potential optimisation measures: Representatives of LK NÖ were present at each project meeting and supplied also expertise. A stakeholder workshop delivered additional input that was included in the project results.

Outlook

FarmClim was set up as an inter- and transdisciplinary project with the aim to identify promising optimisation measures for increase N use efficiency and reduced GHG losses in Austrian agriculture. Direct interaction, as exerted with respect, added a perspective unattainable in the classical science-policy gap setting. Taking public positions only after a common position is reached will make it easier to stand by the final decision. Having jointly developed and started FarmClim, we can see increased curiosity and insight in the respective positions of partners. An internal learning process has shaped the project processes. The information and communication process should be extended beyond the lifetime of the project. FarmClim strives to provide agriculture with all means necessary to meet the challenge of improving productivity while decreasing environmental impacts. Sustainable intensification and reduced negative environmental impacts needs to be continually brought in line with the growing demand for high quality food, feed, and renewable biomass.

3 Hintergrund und Zielsetzung

Einleitung und Problemstellung

Die Landwirtschaft hat die wichtige Aufgabe, qualitativ hochwertige Futtermittel, Lebensmittel und Biomasse zu produzieren. Dabei soll das Produktionsniveau hoch sein und Umweltbelastungen gering gehalten werden. Die nachhaltige Sicherung der Bereitstellung von Futtermitteln, Lebensmitteln und Biomasse durch die österreichische Landwirtschaft hat eine sehr hohe Bedeutung. Voraussetzungen sind unter anderem das Vermeiden negativer Umwelteffekte und das Steigern der Effizienz der Stickstoffausnutzung. Unter dem Stichwort „Nachhaltige Intensivierung“ müssen standortangepasste Konzepte entwickelt werden, die die Produktivität des jeweiligen Standortes optimal ausnutzen und gleichzeitig Verluste verringern.

Dies erfordert ein grundsätzliches Verständnis der Prozesse innerhalb landwirtschaftlicher Aktivitäten, die zur Emission von Stickstoff und klimarelevanten Gasen führen. Dabei ist es unerlässlich, die gesamte Verfahrenskette vom Stall über die Lagerung der Wirtschaftsdünger bis hin zur Düngung der Kulturpflanzen im Blick zu haben.

FarmClim bearbeitet die Problemstellung in einem ganzheitlichen Ansatz. Ein Konsortium aus Vertretern der Wissenschaft, der Umweltberichterstattung, praxisnaher Forschungseinrichtungen und Vertretern der Landwirtschaft trägt in einem inter- und transdisziplinären Ansatz zu den Projektzielen bei.

Stickstoff

Global gesehen haben menschliche Aktivitäten die Menge an reaktivem Stickstoff in der Umwelt verdoppelt. Diese Verdoppelung ist zu einem großen Teil auf die Herstellung von mineralischem Stickstoffdünger, auf das Verbrennen fossiler Energieträger und auf die Zunahme der Tierhaltung zurück zu führen. Die Dynamik der Veränderung im Stickstoffkreislauf variiert weltweit stark je nach Region. Stickstoff überschreitet auch geopolitische Grenzen und trägt zu globalen Problemen wie Klimawandel, Gesundheit und dem Verlust von Ökosystemdienstleistungen wie beispielsweise der Biodiversität bei. Veränderungen von Ökosystemen können beobachtet werden: schädliches Algenwachstum, Sauerstoffmangel in Gewässern, Fischsterben und das Aussterben von Pflanzenarten.

Gleichzeitig ist Stickstoff essentiell für das Erzeugen von Lebensmitteln, Futtermitteln und Biomasse und ermöglicht einen konstanten Anstieg der Erträge, welcher angesichts der wachsenden Weltbevölkerung erforderlich ist. Das Steigern der Stickstoffeffizienz, also das Ausnutzen von Stickstoff für Tier- und Pflanzenernährung und das gleichzeitige Verringern unkontrollierter Stickstoffverluste, sind zentrale Aufgaben künftiger landwirtschaftlicher Produktionsformen.

Klimarelevante Gase

Landwirtschaftliche Aktivitäten tragen zur Emission klimarelevanter Gase bei. Insbesondere sind hier Methan (CH₄) und Lachgas (N₂O) zu nennen. Lachgasemissionen kommen überwiegend aus der Düngung der Böden mit Mineral- und Wirtschaftsdüngern. Methanemissionen entstammen zum größten Teil der Wiederkäuerverdauung und der Wirtschaftsdüngerlagerung. Weltweit wird der Anteil der Landwirtschaft an den klimarelevanten Emissionen auf 10 – 12 % geschätzt. In Österreich betrug der Anteil der Landwirtschaft im Jahr 2010 9%, wobei zu betonen ist, dass die Landwirtschaft ein Sektor ist, der klimarelevante Emissionen im Zeitraum 1990 – 2010 senken konnte.

Verbessern der Stickstoffeffizienz

Der zielgerichtete Einsatz von Stickstoff soll weiter optimiert und Verluste verringert werden. Daten der OECD zeigen, dass die Stickstoffeffizienz in vielen Europäischen Staaten während der letzten 20 Jahre verbessert wurde. Zu dieser Verbesserung haben viele einzelne Faktoren beigetragen, wie beispielsweise gesetzliche Rahmenbedingungen, geänderte Tierbesatzdichten oder Verbessern der Technik zur Wirtschaftsdüngerabbringung.

International verpflichtende Regelungen wie beispielsweise die National Ceilings Directive für luftverunreinigende Stoffe oder das Kyoto Protocol für klimarelevante Gase setzen Emissionsobergrenzen fest. Die Aufteilung dieser Obergrenzen auf verschiedene Sektoren sowie das Festlegen konkreter Maßnahmen hingegen fallen in die Verantwortlichkeit der jeweiligen Staaten. Während in den meisten Sektoren in Österreich die Emissionen angestiegen oder stagniert sind, ist im Sektor Landwirtschaft ein Rückgang der klimarelevanten Emissionen in den letzten 20 Jahren von mehr als 11% festzustellen. Ammoniakemissionen nahmen zwischen 1990 und 2010 um 3 % ab.

Zielsetzung von FarmClim

FarmClim verfolgt folgende Ziele:

- Optimierung des Stickstoffeinsatzes in der österreichischen Landwirtschaft
- Reduktion von Stickstoff- und Treibhausgasemissionen
- Identifizierung von Ansatzpunkten in der Landwirtschaft für eine generelle N- und THG-Strategie
- Entwicklung von Grundlagen für Beratungsunterlagen, die in der landwirtschaftlichen Praxis zur Anwendung kommen können
- Beitrag zum Schließen der Umsetzungslücken zwischen Wissenschaft und Praxis im Bereich N-Effizienz und THG-Emissionen

4 Projektinhalt und Ergebnis(se)

Inter- und transdisziplinärer Ansatz von FarmClim

FarmClim bearbeitet die Suche nach Optimierungsmöglichkeiten mit einem inter- und transdisziplinären Ansatz. Die Verbesserung der Stickstoffeffizienz und die Reduktion der Emission klimarelevanter Gase sind kontinuierliche Aufgaben. Wissenschaftliche Untersuchungen haben eine ganze Reihe möglicher Maßnahmen für alle Sektoren untersucht, deren Umsetzung jedoch häufig an verschiedenen Barrieren und Rahmenbedingungen scheitert. Smith et al. (2007, 2008) kommen in ihren Studien zu dem Schluss, dass ökonomische Rahmenbedingungen dazu führen, dass nur 35 % des biophysikalischen Potentials zur Reduktion klimarelevanter Emissionen aus der Landwirtschaft umgesetzt werden können.

Trotz des bereits erreichten Erfolgs in Österreich – Senken der Treibhausgasemissionen im Bereich Landwirtschaft – wird das Ergreifen zusätzlicher Maßnahmen an die Landwirtschaft heran getragen. Gleichzeitig muss die Landwirtschaft auch einen steigenden Bedarf an Lebensmitteln, Futtermitteln und Biomasse decken. Deshalb ist der Erhalt und – wenn möglich – Ausbau des Produktionsniveaus ebenfalls ein zentrales Anliegen. Das Einführen möglicher emissionsmindernder Maßnahmen ist auf die Verlagerung der Produktion in Länder zu prüfen führen, die weniger strenge Umweltauflagen haben.

Zahlreiche Studien schlagen auf einem hohen Abstraktionsniveau optimierende Maßnahmen vor (z.B. Winiwarter et al., 2009, 2010; Winiwarter and Klimont, 2011, Sutton et al., 2011b, 2013; UNECE 2012). Das Umsetzen von Maßnahmen in der Landwirtschaft wird häufig behindert durch einen Konflikt divergierender Interessen, mangelnder Praktikabilität von Maßnahmen und/oder mit der Implementierung verbundene Kosten, so dass eine Lücke zwischen theoretisch verfügbaren Maßnahmen und deren Umsetzung in die landwirtschaftliche Praxis entsteht. Aspekte von Umweltschutz, ökonomischer Rentabilität, steigender Nachfrage und gesetzlicher Auflagen müssen miteinander in Einklang gebracht werden. Dies ist ein komplexer Prozess, der nicht allein durch weitere Forschung und das weitere Untersuchen von Maßnahmen gelingen kann. Vielmehr ist ein intensiver Kommunikationsprozess aller beteiligten Akteure die Grundlage, um den in Österreich erfolgreich begonnenen Weg weiter zu führen.

FarmClim hat diesen Kommunikationsprozess als wesentlichen Projektbestandteil integriert. Während in zahlreichen rein wissenschaftlich orientierten Forschungsprojekten lediglich die Verbreitung der gewonnenen Erkenntnisse am Ende des Projektes erfolgt, findet in FarmClim bereits von Projektbeginn an eine Kommunikation aller beteiligter Akteure auf Augenhöhe statt. Dies führt zur Integration unterschiedlicher Sichtweisen, Kompetenzen und Schwerpunkte und trägt damit der Komplexität der Thematik Rechnung.

Projektstruktur von FarmClim

Abbildung 1 zeigt die Projektstruktur von FarmClim und die intensive Interaktion zwischen den Arbeitspaketen. Arbeitspaket 2 "Stickstoff und Treibhausgase in der Tierhaltung" erarbeitete mögliche Optimierungsansätze im Bereich der Tierhaltung und prüfte auch das aktuelle Emissionsinventar auf Verbesserungsmöglichkeiten. In Arbeitspaket 3 "Stickstoff und Treibhausgase in der Pflanzenproduktion" wurden regionale Ertragsdaten von verschiedenen Feldversuchen mit Daten aus der offiziellen Statistik und mit OECD Daten zur Stickstoffbilanz verglichen. Weiters wurde analysiert, ob im Bereich Düngung Optimierungsmaßnahmen möglich sind. Darüber hinaus wurden in AP3 Änderungen in der Fruchtfolge analysiert. Durch einen höheren Anteil von Leguminosen soll der Bedarf an mineralischer Stickstoffdüngung reduziert werden. Arbeitspaket 4 „Modellierung von N₂O-Emissionen aus österreichischen Böden“ definierte zwei Modellregionen und bereitete für diese eine Datenbasis vor, mit der regional spezifische N₂O-Emissionsfaktoren berechnet werden können. Arbeitspaket 5 "Ökonomische Analyse" analysierte die ökonomischen Auswirkungen möglicher Optimierungsmaßnahmen. Arbeitspaket 6 widmete sich der detaillierten Analyse des aktuellen Emissionsinventars und schlug Maßnahmen vor, die zur Verbesserung des Inventars und Reduktion der Unsicherheiten geeignet sind. Parallel wurde der Übergang zur Berichterstattung nach den IPCC 2006 Richtlinien vorbereitet. Arbeitspaket 7 widmete sich abschließend dem Erarbeiten von Grundlagen, die nach Abschluss des Projektes als Basis verwendet werden können, auf der die landwirtschaftliche Beratung aufbauen kann.

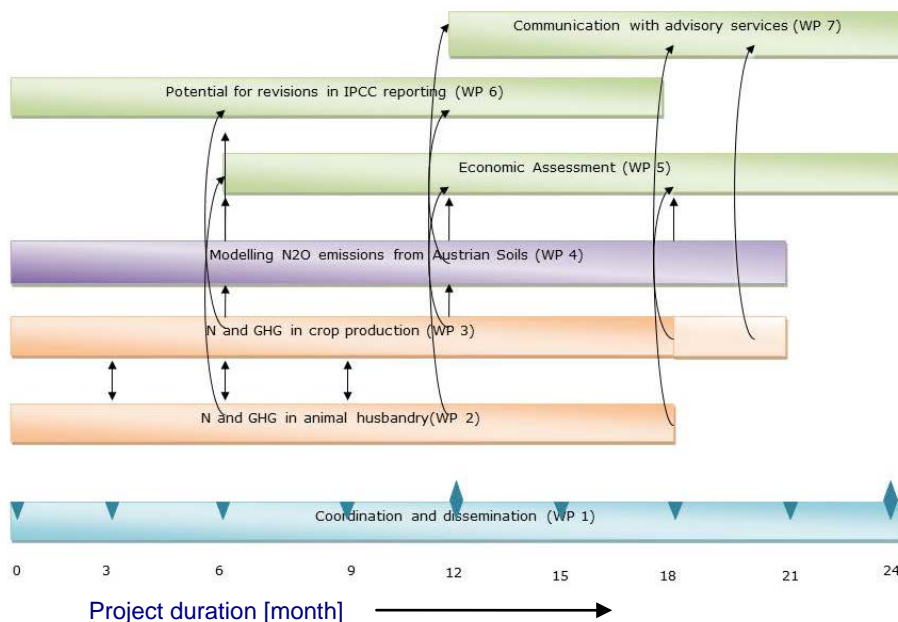


Abb. 1: Projektstruktur von FarmClim während der 24monatigen Projektdauer. Dreiecke kennzeichnen Projektmeetings, Rhomboide stehen für den Workshop am Ende des ersten Projektjahres und den Stakeholder Workshop am Ende des Projektes. Die Pfeile zeigen die Interaktionen zwischen den Arbeitspaketen. (Anmerkung: die Projektarbeit wurde um drei Monate verlängert; dies ist in der Abbildung nicht dargestellt.)

Ergebnisse

Im Bereich Tierhaltung wurden die Maßnahmen „Verbesserung der Grundfutterqualität beim Rind“, „Phasenfütterung beim Mastschwein“ und „Biogaserzeugung aus Wirtschaftsdünger“ als möglicherweise viel versprechend identifiziert und deshalb einer genaueren Analyse unterzogen. Eine verbesserte Grundfutterqualität zeigte ökonomisch und ökologisch positive Wirkungen. Die Verbesserung bzw. Veränderung des Pflanzenbestandes durch gezielte Einsaat auf schwachen Standorten, die Mineralstoffversorgung sowie die Optimierung des Schnittzeitpunktes sind mögliche Verbesserungspotentiale. Begrenzend wirken hier die Standortbedingungen in manchen Regionen Österreichs, die eine Steigerung der Schnitthäufigkeit von Grünland begrenzen. Die Phasenfütterung bei Mastschweinen ist vor allem bei Stallneubauten ökonomisch sinnvoll, da sie zu einer Reduktion der Futterkosten führt und gleichzeitig die Stickstoffausscheidung senkt und damit Emissionen vermindert. In bestehenden Gebäuden ist aus technischen Gründen oftmals nur die Variante der optimierten Einphasenfütterung umsetzbar, welche die Rationsgestaltung auf Nährstoffanalysen der verwendeten Futterkomponenten stützt. Sie ermöglicht einen höheren Umsetzungsgrad und verbessert damit die Umweltwirkungen. Der Einsatz von Wirtschaftsdüngern in landwirtschaftlichen Biogasanlagen hat deutliche ökologische Vorteile, da er Treibhausgasemissionen während der Wirtschaftsdüngerlagerung vermindert und erneuerbare Energie erzeugt. Tatsächlich erlauben die derzeit ungünstigen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen praktisch keine Umsetzung dieser Maßnahme.

Im Bereich Pflanzenbau untersuchte FarmClim optimierte N-Düngungsraten und die Möglichkeit des vermehrten Einsatzes von Leguminosen in der Fruchtfolge. Die zunehmende Variabilität von Preisen und Witterung machen eine a priori Festlegung der optimalen N-Düngermenge zunehmend schwierig. FarmClim empfiehlt eine regional und standörtlich angepasste N-Düngung, die sowohl Aspekte des Umweltschutzes als auch der Produktivität berücksichtigt. Für die Verbesserung der Düngungseffizienz sind darüber hinaus umfassende Maßnahmen im Anbau zu berücksichtigen wie die optimierte Bestandespflege und –beobachtung sowie der Einsatz entsprechender Pflanzenschutzmaßnahmen. Alle weiteren Maßnahmen, welche die N-Düngung an den N-Bedarf anpassen, sollen genutzt werden: Bodenproben, Chlorophyllmessungen (zB. N Tester oder andere Chlorophyllmessgeräte), Ausbringung mit verminderten Ammoniakemissionen und die rasche Einarbeitung von Wirtschaftsdüngern und Harnstoff. Die Änderung von Fruchtfolgen zu Gunsten von mehr Leguminosen und weniger Mais und Getreide führt zu einer Reduktion der Treibhausgasemissionen. Jedoch muss beachtet werden, dass damit auch ein wirtschaftlicher Verlust für den Landwirt einher geht und die Energieproduktion pro Hektar sinkt.

FarmClim verwendete das Model „LandscapeDNDC“, um in zwei österreichischen Regionen die N₂O-Emissionen aus Böden zu modellieren. Es ergaben sich je nach Bode- und Pflanzenart unterschiedliche N₂O-Emissionsfaktoren, die unter den Richtwerten lagen, die vom IPCC für das Emissioninventar vorgeschlagen werden. Österreich spezifische N₂O-Emissionsfaktoren sollten detaillierter untersucht und modelliert werden, um schließlich Faktoren im nationalen Inventar zu verwenden, welche die Bedingungen in Österreich widerspiegeln. Der Teil „Möglichkeiten zur Verbesserung des nationalen Inventars“ in FarmClim lieferte hier viel versprechende Ansätze, die weiter verfolgt werden sollen.

5 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Das Projekt FarmClim ist durch eine hohe Motivation der beteiligten Partner gekennzeichnet. Es fanden im Schnitt alle drei Monate Projektmeetings statt, zu der alle Partner jeweils vollzählig erschienen und umfangreiche Beiträge lieferten. Eine positive und konstruktive Diskussionskultur stärkte das Verständnis füreinander und führte zu neuen Sichtweisen und Erkenntnissen. Die Arbeitspakete „Tierhaltung“ und „Pflanzenbau“ kristallisierten Maßnahmen heraus, die im weiteren Projektverlauf intensiv beleuchtet und bewertet wurden. Die Arbeitspakete „N₂O-Emissionen aus Böden“ und „Emissionsinventar“ arbeiteten eng zusammen.

Gleichzeitig war der inter- und transdisziplinäre Ansatz von FarmClim eng mit internationalen Arbeiten verknüpft. Dies wurde durch die aktive Mitarbeit von FarmClim-Partnern in entsprechenden Arbeitsgruppen möglich. Der Ansatz der nachhaltigen Intensivierung und Verbesserung der Stickstoffeffizienz kann auch für Aktivitäten in anderen Ländern eine Richtschnur sein, da diese Problematik einer nationalen und einer internationalen Lösung bedarf, um die wachsende Nachfrage unter weitgehender Vermeidung von negativen Umweltauswirkungen befriedigen zu können.

FarmClim war als inter- und transdisziplinäres Projekt konzipiert mit dem Ziel, Möglichkeiten der Optimierung der N-Effizienz und der Verminderung von Treibhausgasemissionen in der österreichischen Landwirtschaft zu identifizieren und einer ökologischen und ökonomischen Analyse zu unterziehen. Der inter- und transdisziplinäre Projektansatz eröffnete während der Projektarbeit neue Perspektiven und Sichtweisen, die in einer rein disziplinären Umgebung nicht entstehen. Die untersuchten Optimierungsmaßnahmen wurden von allen Projektpartnern als grundsätzlich interessant angesehen. Nicht alle konnten während der Projektlaufzeit vollständig zu Ende geführt werden, sondern es sind – beispielsweise im Bereich der N-Düngung – noch weitere Analysen und Abschätzungen erforderlich. Eine glaubwürdige Beratung muss es den Landwirten ermöglichen, ihre Betriebe ökonomisch zu optimieren. Daher ist es nicht darstellbar, Beratung auf geringere Erträge oder geringere Qualität der geernteten Produkte (zB. als Folge niedrigen Proteingehalts) zu entwickeln: Für Kulturen wie Weich- und Hartweizen, bei denen das Erreichen bestimmter Proteingehalte ein Markerfordernis darstellt, ist ein aufwändigeres und intensiveres N-Düngemanagement erforderlich (z.B. N-Qualitätsgabe). Dazu ist eine verbesserte Düngungseffizienz mittels N-Tester oder anderer Chlorophyllmessgeräte vielversprechend. Dieses Instrument eignet sich voraussichtlich gut als Beratungsgrundlage. Für die weiteren Ackerkulturen, bei denen andere Qualitätsparameter (Öl-, Zucker-, Stärkegehalt) relevant sind, ist der N-Düngereinsatz vor allem von der standörtlichen Ertragslage in Kombination mit den erforderlichen Pflanzenbau- und Pflanzenschutz-Maßnahmen abhängig.

Eine verbesserte Grundfutterqualität im Wiederkäuerbereich führt zu höherer Nährstoffnachlieferung aus wirtschaftseigenem Futter und ist ökonomisch sowie aus Klimasicht sinnvoll.

Die Phasenfütterung bei Mastschweinen ist vor allem bei Stallneubauten ökonomisch sinnvoll und senkt die Stickstoffausscheidung. In bestehenden Gebäuden ist aus technischen Gründen oftmals nur die Variante der optimierten Einphasenfütterung umsetzbar.

Im Bereich „Biogasanlagen“ stehen die unbestrittenen ökologischen Vorteile ökonomischen Nachteilen für den einzelnen Landwirt gegenüber. Tatsächlich erlauben die derzeit ungünstigen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen praktisch keine Umsetzung dieser Maßnahme.

Der gemeinsam begonnene Weg sollte auch nach Beendigung der Projektphase fortgeführt werden, um tragfähige Lösungen zu finden und kontinuierlich weiter zu entwickeln, welche einen hohen Standard der österreichischen Landwirtschaft sichern und gleichzeitig die Bedürfnisse nach steigender Produktivität berücksichtigen.

C) Projektdetails

6 Methodik

FARM-CLIM erfasste die Flüsse von Stickstoffverbindungen und anderer klimarelevanter Substanzen aus der österreichischen Landwirtschaft und schlug Möglichkeiten zur Verbesserung umweltrelevanter und effizienter Aktivitäten vor. Diese vorgeschlagenen Maßnahmen wurden einer ökonomischen Evaluierung unterzogen.

Die Identifizierung und Spezifizierung der Einzelmaßnahmen erfolgte interdisziplinär und hierbei vor allem integrativ. Die ökonomische Evaluierung selbst erfolgte einzelmaßnahmenspezifisch. Dafür wurde für jede Maßnahme ein eigenes ökonomisches Bewertungsmodell entwickelt. Bei der Maßnahme „Phasenfütterung beim Mastschwein“ wurden vier unterschiedliche Fütterungssysteme ökonomisch betrachtet. Die Maßnahme „Verbesserung der Grundfutterqualität beim Rind“ analysierte Unterschiede in den Deckungsbeiträgen der Milchproduktion unter der Annahme zweier unterschiedlicher Fütterungsrationen. Im Rahmen der Bewertung der Maßnahme „Biogaserzeugung aus Wirtschaftsdünger“ erfolgte eine Literaturanalyse, in der die potenziellen ökonomischen Konsequenzen einer Erhöhung des Gülleanteils am Substrat deskriptiv dargestellt und diskutiert wurden. Für die Maßnahme „Sojaanteil in der Fruchtfolge“ wurden die Deckungsbeiträge von Fruchtfolgesystemen dreier unterschiedlicher Anbauregionen Österreichs verglichen. Im Rahmen der Maßnahme „Optimierung der Düngungsintensität im Ackerland“ sollte eine Optimierung der Düngermenge ökonomisch abgebildet werden.

Für zwei konkrete Modellregionen wurden Konzepte zur Implementierung solcher Maßnahmen entwickelt und deren Wirksamkeit mit Hilfe von Bodenmodellen untersucht. Damit wurden nicht nur die von IPCC vorgegebenen Faktoren zur Bestimmung der treibhauswirksamen Lachgasemissionen aus Böden geprüft, sondern es wurde auch die Wirksamkeit von Maßnahmen anwendungsspezifisch abgeschätzt. Somit wurde eine Basis geschaffen, um die für Österreich verpflichtende Berichterstattung der nationalen Treibhausgasinventur zu verbessern und deren Unsicherheit zu verringern.

FarmClim bearbeitete die Thematik in einem multi- und interdisziplinären Ansatz mit einem Team aus national und international renommierten Experten aus der Wissenschaft, der Umweltberichterstattung und Vertretern der Landwirtschaft. Das Einbeziehen der Stakeholder Sicht zu einem sehr frühen Projektzeitpunkt trug dazu bei, die Trennung zwischen Wissenschaft und Praxis im Bereich "Klimaschutz in der Landwirtschaft" zu schließen.

7 Arbeits- und Zeitplan

Abbildung 1 zeigt die Projektstruktur von FarmClim und die intensive Interaktion zwischen den Arbeitspaketen. Arbeitspaket 2 "Stickstoff und Treibhausgase in der Tierhaltung" erarbeitet mögliche Optimierungsansätze im Bereich der Tierhaltung und prüft auch das aktuelle Emissionsinventar auf Verbesserungsmöglichkeiten. In Arbeitspaket 3 "Stickstoff und Treibhausgase in der Pflanzenproduktion" werden regionale Ertragsdaten von verschiedenen Feldversuchen mit Daten aus der offiziellen Statistik und mit OECD Daten zur Stickstoffbilanz verglichen. Weiters wird analysiert, ob im Bereich Düngung Optimierungsmaßnahmen möglich sind. Darüber hinaus werden in AP3 Änderungen in der Fruchtfolge analysiert. Durch einen höheren Anteil von Leguminosen soll der Bedarf an mineralischer Stickstoffdüngung reduziert werden. Arbeitspaket 4 „Modellierung von N₂O-Emissionen aus österreichischen Böden“ hat zwei Modellregionen definiert und bereitet für diese eine Datenbasis vor, mit der regional spezifische N₂O-Emissionsfaktoren berechnet werden können. Es werden Situationen analysiert, bei denen regional und/oder zeitlich begrenzt erhöhte N₂O-Emissionen auftreten können. So können Maßnahmen zur Senkung der N₂O-Emissionen deutlich gezielter vorgeschlagen werden. Arbeitspaket 5 "Ökonomische Analyse" analysiert die ökonomischen Auswirkungen möglicher Optimierungsmaßnahmen. Arbeitspaket 6 widmet sich der detaillierten Analyse des aktuellen Emissionsinventars und schlägt Maßnahmen vor, die zur Verbesserung des Inventars und Reduktion der Unsicherheiten geeignet sind. Parallel wird der Übergang zur Berichterstattung nach den IPCC 2006 Richtlinien vorbereitet. Arbeitspaket 7 widmet sich abschließend dem Erarbeiten von Grundlagen, die nach Abschluss des Projektes als Basis verwendet werden können, auf der die landwirtschaftliche Beratung aufbauen kann.

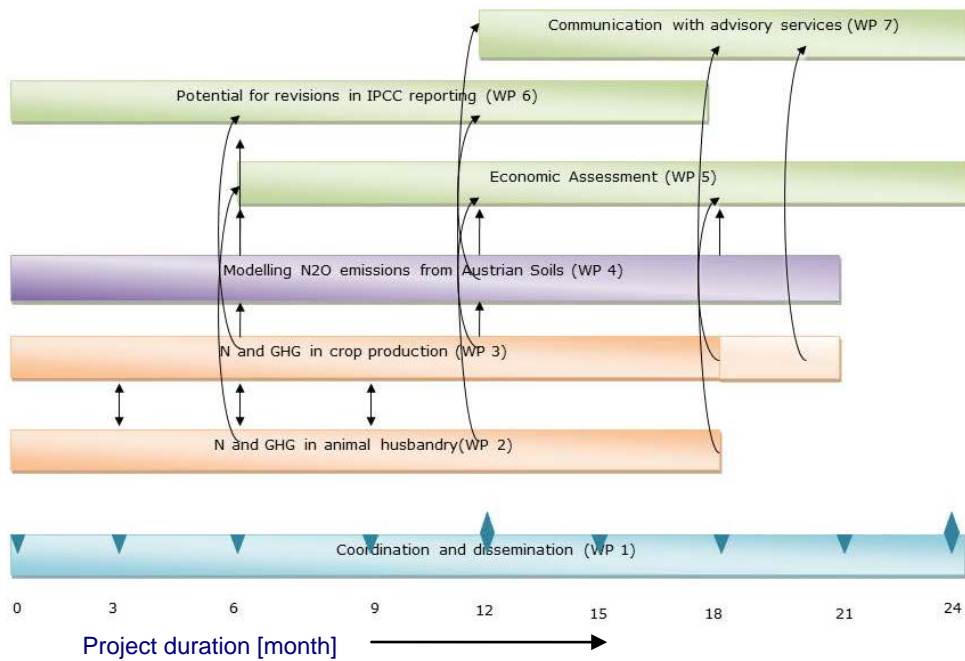


Abb. 1: Projektstruktur von FarmClim während der 24monatigen Projektdauer. Dreiecke kennzeichnen Projektmeetings, Rhomboide stehen für den Workshop am Ende des ersten Projektjahres und den Stakeholder Workshop am Ende des Projektes. Die Pfeile zeigen die Interaktionen zwischen den Arbeitspaketen. (Anmerkung: die Projektarbeit wurde um drei Monate verlängert; dies ist in der Abbildung nicht dargestellt.)

8 Publikationen und Disseminierungsaktivitäten

Die nachfolgenden Tabellen geben einen Überblick über Publikationen und Disseminierungsaktivitäten im Rahmen des Projekts FarmClim. Es war stets das Ziel des Konsortiums, Stakeholder und die wissenschaftliche community sowohl auf nationaler als auch auf internationaler Ebene über die Aktivitäten von FarmClim zu informieren. FarmClim stiess stets auf großes Interesse.

Table 1: Publication in a peer-reviewed journal during the reporting period

GAiA (Ecological Perspectives for Science and Society) attached [No]		Publication
Farming for a better climate (FarmClim). Design of an inter- and transdisciplinary research project aiming to address the science-policy gap. GAiA. (2): 118-124. Online: http://dx.doi.org/10.14512/gaia.23.9.9	Peer-reviewed article	#1

Table 2: Publications at external events during the reporting period. The order is chronologically.

AgEng (European Society of Agricultural Engineers) attached [No]		Publication
6 th -10 th July 2014, Zurich	Poster presentation	#2
18 th Nitrogen Workshop		
30 th June – 3 rd July 2014, Lisbon	Poster presentation	#3
18th Nitrogen Workshop		
30 th June – 3 rd July 2014, Lisbon	Poster presentation	#4
EGU (European Geosciences Union General Assembly)		
27 th April – 2 nd May 2014, General Assembly, Vienna	Poster presentation	#5
BOKU Herbstfest		
2 nd October 2013, Tulln	Poster presentation	#6
ÖGA and SGA (Österr. and Schweizerische Gesellschaft für Agraökonomie)		
12 th – 14 th September 2013, Annual Conference, ETH Zurich, (CH)	Poster presentation Conference article	#7 #8
GGAA (Greenhouse Gases and Animal Agriculture)		
23 rd – 26 th June 2013, Conference, Dublin (IR)	Poster presentation Conference article	#9 #10

RAMIRAN (Network on Recycling of Agricultural Municipal and Industrial Residues in Agriculture) Recycling of organic residues for agriculture: from waste management to ecosystem services		
3 rd – 5 th June 2013, 15th International Conference, Versailles (F)	Poster presentation Conference article	#11 #12
14 th Österreichischer Klimatag 2013		
4 th – 5 th April 2013, BOKU, Vienna (A)	Presentation Conference article	#13
EAGER (European Agricultural Gaseous Emissions Inventory Researchers Network)		
27 th September 2012, Meeting at ATB, Potsdam (D)	Presentation at EAGER meeting	no written publication
13. Österr. Klimatag 2012		
14 th – 15 th June 2012, BOKU, Vienna (A)	Poster presentation	#14
EMILI 2012 (International Symposium on EMISSIONS of Gas and Dust from Livestock)		
10 th – 13 th June 2012, Saint Malo (F)	Poster presentation Conference article	#15 #16
TFRN-7 (Task Force on Reactive Nitrogen)		
28 th February – 3 rd March 2012, Expert Workshop, Saint Petersburg (RU)	Presentation at TFRN meeting	no written publication

Table 3: Publications in journals published during the reporting period

BOKU – Das Magazin der Universität des Lebens attached [No]		Publication
FarmClim: Verbesserung der Klimateffizienz landwirtschaftlicher Verfahren durch bessere Nutzung von Stickstoffverbindungen und Minderung der Treibhausgasemission		
Ausgabe Nr. 3, S. 59, Dezember 2012	Short article	#17
Berichte zur Klimafolgenforschung "Landwirtschaft"		
ACRP Broschüre 2014	Short article	No

Table 4: Findings of FarmClim contributing to other publications (listed below)

Austrian Assessment Report 2014, Band 1 – Klimawandel in Österreich: Einflussfaktoren und Ausprägungen (Download unter http://hw.oeaw.ac.at/7699-2)		Pub. Attach.
Kapitel 2: „Emissionen und Konzentrationen strahlungswirksamer atmosphärischer Spurenstoffe“, pp 173-226 (2014)	Review article	No
Wilfried Winiwarter, Regina Hitzenberger, Barbara Amon, Heidi Bauert†, Robert Jandl, Anne Kasper-Giebl, Gerd Mauschnitz, Wolfgang Spangl, Andreas Zechmeister, Sophie Zechmeister-Boltenstern		
Austrian Assessment Report 2014, Band 3 – Klimawandel in Österreich: Vermeidung und Anpassung (Download unter http://hw.oeaw.ac.at/7699-2)		
Kapitel 2: „Land- und Forstwirtschaft, Wasser, Ökosysteme und Biodiversität“, pp 771-856 (2014)	Review article	No
Josef Eitzinger, Helmut Haberl, Barbara Amon, Bernadette Blamauer, Franz Essl, Veronika Gaube, Helmut Habersack, Robert Jandl, Andreas, Klik, Manfred Lexer, Wolfgang Rauch, Ulrike Tappeiner, Sophie Zechmeister-Boltenstern		

Table 5: Dissemination of FarmClim by introduction to other working groups (listed below)

KTBL (Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft) ; working group "Klimaschutz"
KTBL (Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft); working group „Emissionsfaktoren Tierhaltung“
EPMAN (Expert Panel on Mitigating Agricultural Nitrogen) – Task Force of Reactive Nitrogen
EPNB (Expert Panel on Nitrogen Budgets) – Task Force of Reactive Nitrogen
Agriculture and Nature Panel of Task Force on Emission Inventories and Projections under UNECE
Verhandlungsgruppe Landwirtschaft zum nationalen Klimaschutzgesetz

Diese Projektbeschreibung wurde von der Fördernehmerin/dem Fördernehmer erstellt. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte übernimmt der Klima- und Energiefonds keine Haftung.