

**BGS JAHRESTAGUNG – 19./20. APRIL 2018 – GRANGENEUVE**

**BODEN UND NACHHALTIGKEIT:  
NEUESTE TRENDS AUS FORSCHUNG UND  
PRAXIS**



**SSP CONGRÈS ANNUEL – LES 19/20 AVRIL 2018 – GRANGENEUVE**

**DURABILITÉ DES SOLS :  
TENDANCES ACTUELLES DE LA  
RECHERCHE ET DE LA PRATIQUE**



**SSP CONGRESSO ANNUALE – IL 19/20 APRILE 2018 – GRANGENEUVE**

**SUOLO E SOSTENIBILITÀ:  
LE ULTIME TENDENZE DELLA RICERCA E  
DELLA PRATICA**



**SSSS ANNUAL MEETING – 19/20TH APRIL 2018 – GRANGENEUVE**

**SOIL SCIENCE AND SUSTAINABILITY:  
LATEST TRENDS IN RESEARCH AND  
PRACTICE**



## Impressum

### BGS Vorstand | SSP Comité

**Präsidentin | Présidente**

Dr. Sophie Campiche

**Vizepräsidentin | Vice-présidente**

Dr. Madlene Nussbaum

**Altpräsident | Ancien président**

Matias Laustela

**Sekretär | Secrétaire**

Prof. Dr. Markus Egli

**Rechnungsführerin | Trésorière**

Dorothea Noll

**Redaktor | Rédacteur**

Dr. François Schnider

**Beisitzende | Assesseeurs**

Dr. Reto Meuli

Prof. Dr. Rolf Krebs

François Füllemann

### Tagungsort | Lieu du congrès

**Landwirtschaftliches Institut Kt. Freiburg  
Institut agricole de l'État de Fribourg**

Route de Grangeneuve 31  
1725 Posieux

### Tagungsband | Volume des résumés

Ausgabe | Édition 1 / 2018

Auflage | Tirage 150

Druck | Imprimé ZHAW, 8820 Wädenswil

### Herausgeber | Éditeur

Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz BGS  
Société Suisse de Pédologie SSP

### Redaktion | Rédaction

**BGS Geschäftsstelle | SSP bureau de gestion**

Dr. Beatrice Kulli & Simon Amrein

c/o ZHAW

Postfach

8820 Wädenswil

+41 (0)58 934 53 55

office@soil.ch

### Mitwirkende | Collaborateurs

Nationales Forschungsprogramm «Nachhaltige  
Nutzung der Ressource Boden» (NFP 68)

IAG Institut agricole de l'État de Fribourg

### Chairpersons | Moderation

Frossard Emmanuel

Prasuhn Volker

Schulin Rainer

Stähli Ruedi

Steiger Urs

Tobias Silvia

Zimmermann Michael

### Referierende | Conférenciers

Bertschi Martin

Bigalke Moritz

Charles Raphael

Dell'Ambrogio Gilda

Drobnik Thomas

Giuliani Gianluca

Hagedorn Frank

Holzkämper Annelie

Keel Sonja G.

Keller Armin

Kulli Beatrice

Levasseur Clément

Mäder Paul

Merbald Lutz

Nussbaum Madlene

Schmidt Simon

Schomburg Andreas

Six Johan

Steffens Markus

Stumpf Felix

Thomet Peter

Turlings Ted

Wending Marina



# Inhalt | Contenu | Contenuto | Contents

<b>Programm   Programme   Programma   Program.....</b>	<b>1</b>
<b>Vorträge   Conférences   Conferenze   Talks</b>	
Biological control: entomopathogenic nematodes and bacteria against soil-dwelling pest insects .....	5
Innovation hubs for evaluation and adoption of soil improving cropping systems .....	6
Mapping land use, its change and grassland management at national scale .....	8
Sustainable provisioning of multiple ecosystem services in agricultural landscapes (ECO-SERVE).....	9
Multifunktionale Landwirtschaft in Europa.....	10
COMET-Global: Whole-farm GHG estimation and environmental diagnostic platform .....	11
Climate-CAFÉ project: Climate Change Adaptability of cropping and Farming systems for Europe.....	13
Soil organic carbon stocks in Swiss agricultural long-term experiments .....	14
Models4Pastures: Testing aND MODELING nitrous oxide emission REDUCTIONS in MANAGED grasslands .....	15
Fokusstudie: Treibhausgas-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden in der Schweiz.....	16
Fokusstudie «Landwirtschaftlicher Bodenmarkt im Brennpunkt von Regionen mit Siedlungserweiterung».....	17
Bodeninformationssysteme und (digitale) Bodenkartierung in Europa: Was kann die Schweiz davon lernen? .....	18
Bodenindikatoren für eine nachhaltige Raumplanung.....	19
TS1: La qualité du sol à la base de la production alimentaire .....	20
TS2: Boden und Umwelt – Organische Bodensubstanz, Treibhausgas-Emissionen und physikalische Bodenbelastungen .....	22
TS4: Bodeninformationsplattform Schweiz (BIP-CH).....	23
Pioneer plants and earthworms strongly contribute to initial soil structure formation in the restored Thur River floodplain (NE Switzerland) .....	24
Pôle d'innovation pour la fertilité du sol : autodiagnostic et conseil.....	25
Unterschiede zwischen Boden und Sandfiltern in Strassenabwasser-Behandlungsanlagen.....	26
Einsatzmöglichkeiten von Smart Farming-Technologien .....	27
Impact des néonicotinoïdes sur le collembole Folsomia fimetaria dans les sols agricoles .....	28
Microplastic in soils: Method development and application to Swiss floodplain soils .....	29
A new national grassland map and its relevance for soil erosion risk modeling in Switzerland .....	30
Notwendigkeit zur Verbesserung der langfristigen Ertragssicherheit der ackerbaulich genutzten entwässerten Moorböden im Drei-Seen-Land .....	31
<b>Poster</b>	
Soil erodibility assessment for Switzerland based on the first LUCAS topsoil sampling including alpine soils .....	32
Swissoil, une plate-forme didactique et intégrative en science du sol.....	33
Agrarumweltindikator Erosionsrisiko .....	34
Karte potentieller Feucht-(Acker-)Flächen in der Schweiz .....	35
Influence du taux d'humidité du sol sur l'activité alimentaire des vers de terre et des enchytréides par la méthode «bait-lamina».....	36
Transdisziplinäre Forschungen zur nachhaltigen Ressourcen-nutzung am Geographischen Institut der Universität Bern.....	37
Einfluss der Tageszeit auf die angezeigten Tensiometerwerte .....	38
Microplastics in Soils: A novel method to extract, quantify, and identify microscopic polymer particles.....	39
BodenDok – Die digitale Spatenprobe .....	40
<b>Teilnehmerliste   Liste des participants   Lista dei partecipanti   Participant list.....</b>	<b>41</b>
<b>Informationen   Informations   Informazioni   Informations.....</b>	<b>43</b>



## Programm | Programme | Programma | Program

	<b>Donnerstag, 19. April</b>	<b>Jeudi 19 avril</b>	<b>Giovedì 19 aprile</b>	<b>Thursday 19th April</b>
08:30	Ankunft und Registrierung	Arrivée et inscription	Arrivo e registrazione	Arrival and registration
09:15	Begrüßung Sophie Campiche, Präsidentin BGS Urs Steiger, Beauftragter Wissenstransfer NFP 68	Mot de bienvenue	Saluto di benvenuto	Welcome address
09:35	<b>Block 1:</b> Ergebnisse der Forschungsphase II Moderation: Emmanuel Frossard  <b>Biological control: entomopathogenic nematodes and bacteria against soil-dwelling pest insects</b> Ted Turlings  <b>Innovation hubs for evaluation and adoption of soil improving cropping systems</b> Raphael Charles  <b>Mapping land use, its change and grassland management at national scale</b> Felix Stumpf & Armin Keller	<b>Bloc 1 :</b> Résultats de la 2 <sup>e</sup> phase de recherche	<b>Blocco 1:</b> Risultati della seconda fase di ricerca	<b>Block 1:</b> Results of the 2 <sup>nd</sup> research phase
10:35	Kaffeepause und Postersession	Pause-café et posters	Pausa caffè e sessione poster	Coffee break and poster session
11:00	<b>Block 2:</b> FACCE-Projekte Moderation: Michael Zimmermann  <b>Sustainable provisioning of multiple ecosystem services in agricultural landscapes (ECO-SERVE)</b> Paul Mäder  <b>Multifunktionale Landwirtschaft in Europa (TALE)</b> Annelie Holzkämper  <b>COMET-Global: Whole-farm GHG estimation and environmental diagnostic platform</b> Johan Six  <b>Soil organic carbon stocks in Swiss agricultural long-term experiments</b> Sonja G. Keel  <b>Models4Pastures: Testing and modelling nitrous oxide emission reductions in managed grasslands</b> Lutz Merbold	<b>Bloc 2:</b> Projets FACCE	<b>Blocco 2:</b> Progetti FACCE	<b>Block 2:</b> FACCE Projects
12:45	Mittagessen	Repas	Pranzo	Lunch

## Programm | Programme | Programma | Program

	Donnerstag, 19. April	Jeudi 19 avril	Giovedì 19 aprile	Thursday 19th April
14:00	<p><b>Block 3:</b> Fokusstudien des NFP 68</p> <p>Moderation: Silvia Tobias</p> <p><b>Treibhausgas-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden in der Schweiz</b> Markus Steffens</p> <p><b>Landwirtschaftlicher Bodenmarkt im Brennpunkt von Regionen mit Siedlungserweiterung</b> Gianluca Giuliani</p> <p><b>Bodeninformationssysteme und (digitale) Bodenkartierung in Europa: Was kann die Schweiz davon lernen?</b> Madlene Nussbaum</p> <p><b>Bodenindikatoren für eine nachhaltige Raumplanung</b> Thomas Drobnik</p>	<p><b>Bloc 3:</b> Études phares PNR 68</p>	<p><b>Blocco 3:</b> Studi di messa a fuoco del PNR 68</p>	<p><b>Block 3:</b> Focus studies of NRP 68</p>
15:30	Kaffeepause und Poster	Pause-café et posters	Pausa caffè e poster	Coffee break and poster session
16:00	<p><b>Block 4:</b> Thematische Synthesen des NFP 68</p> <p>Moderation: Urs Steiger</p> <p><b>TS1: La qualité du sol à la base de la production alimentaire</b> Raphael Charles</p> <p><b>TS2: Boden und Umwelt – Organische Bodensubstanz, Treibhausgas-Emissionen und physikalische Bodenbelastungen</b> Frank Hagedorn</p> <p><b>TS4: Bodeninformationsplattform Schweiz (BIP-CH)</b> Armin Keller</p>	<p><b>Bloc 4:</b> Synthèses thématiques du PNR 68</p>	<p><b>Blocco 4:</b> Sintesi tematiche del PNR 68</p>	<p><b>Block 4:</b> Thematic syntheses NRP 68</p>
17:20	Schlusswort	Clôture	Osservazioni finali	Closing statement
17:35	Ende des Tages	Fin du jour	Fine della giornata	End of day

## Programm | Programme | Programma | Program

	<b>Freitag, 20. April</b>	<b>Vendredi 20 avril</b>	<b>Venerdì 20 aprile</b>	<b>Friday April 20th</b>
08:30	Ankunft und Registrierung	Arrivée et inscription	Arrivo e registrazione	Arrival and registration
09:15	Begrüssung Sophie Campiche, Präsidentin BGS	Mot de bienvenue	Salute di benvenuto	Welcome address
09:30	<b>Session 1</b> Bodennutzung, Bodenschutz und Nachhaltigkeit Moderation: Rainer Schulin  <b>Pioneer plants and earthworms strongly contribute to initial soil structure formation in the restored Thur River floodplain (NE Switzerland)</b> Andreas Schomburg  <b>Pôle d'innovation pour la fertilité du sol : autodiagnostic et conseil</b> Marina Wendling  <b>Unterschiede zwischen Boden und Sandfiltern in Strassenabwasser-Behandlungsanlagen</b> Beatrice Kulli	<b>Session 1</b> Utilisation, protection et durabilité des sols	<b>Sessione 1</b> Uso del suolo, protezione e sostenibilità del suolo	<b>Session 1</b> Soil use, soil protection and sustainability
10:30	Kaffeepause und Postersession	Pause-café et posters	Pausa caffè e poster	Coffee break and poster session
11:00	<b>Feldversuche</b> Feldbegehung in Gruppen zu den Themen Gründüngung, Raps-Untersaat, Getreide Untersaat, Organischer Düngung und Bodenbiologie	<b>Essais in situ</b> Enquête de terrain en groupes sur les thèmes de l'engrais vert, de la sous-graine de colza, de la sous-graine de céréales, de l'engrais biologique et de la biologie du sol.	<b>Prove in campo</b> Indagine sul campo in gruppi sui temi del sovescio, della colza, dei cereali, dei fertilizzanti organici e della biologia del suolo.	<b>Field trials</b> Field survey in groups on the topics of green manuring, rape underseed, cereals underseed, organic manuring and soil biology.
12:45	Mittagessen	Repas	Pranzo	Lunch



## Programm | Programme | Programma | Program

	Freitag, 20. April	Vendredi 20 avril	Venerdì 20 aprile	Friday April 20th
14:00	<p><b>Session 2</b></p> <p>Neue Methoden und Resultate aus Wissenschaft und Praxis</p> <p><b>Moderation: Volker Prasuhn</b></p> <p><b>Einsatzmöglichkeiten von Smart Farming-Technologien</b> Martin Bertschi</p> <p><b>Impact des néonicotinoïdes sur le collembole Folsomia fimetaria dans les sols agricoles</b> Gilda Dell'Ambrogio</p> <p><b>Microplastic in soils: Method development and application to Swiss floodplain soils</b> Moritz Bigalke</p>	<p><b>Session 2</b></p> <p>Nouvelles méthodes et résultats de la science et de la pratique</p>	<p><b>Session 2</b></p> <p>Nuovi metodi e risultati della scienza e della pratica</p>	<p><b>Session 2</b></p> <p>New methods and results from science and practice</p>
15:15	Kaffeepause	Pause-café	Pausa caffè	Coffee break
15:45	<p><b>Session 3</b></p> <p>Bodenüberwachung und -strategien</p> <p><b>Moderation: Ruedi Stähli</b></p> <p><b>Réseau d'observation des sols FRIBO</b> Clément Levasseur</p> <p><b>A new national grassland map and its relevance for soil erosion risk modeling in Switzerland</b> Simon Schmidt</p> <p><b>Notwendigkeit zur Verbesserung der langfristigen Ertragssicherheit der ackerbaulich genutzten entwässerten Moorböden im Drei-Seen-Land</b> Peter Thomet</p>	<p><b>Session 3</b></p> <p>Surveillance du sol et stratégies</p>	<p><b>Sessione 3</b></p> <p>Monitoraggio a suolo e strategie</p>	<p><b>Session 3</b></p> <p>Soil Monitoring and Strategies</p>
17:00	Posterpreis und Abschluss	Prix du meilleur poster et clôture	Premio poster e conclusioni	Poster award and closing statement
17:30	Ende der Tagung	Fin du congrès	Fin del congresso	End of conference



## **Biological control: entomopathogenic nematodes and bacteria against soil-dwelling pest insects**

**Ted Turlings**

Université de Neuchâtel, Technical University of Munich, koegel@wzw.tum.de

Entomopathogenic nematodes (EPN) and entomopathogenic bacteria (EPB) have great potential as biological control agents against soil-dwelling insect pests. During the first phase of NRP68 we found that the numbers of EPN in Swiss agricultural soils were very low, independent of the agricultural practices applied, such as crop rotation, cover crops and tillage. We expected the same for EPB and therefore recommended an augmentative approach to increase the numbers of these beneficial organisms in fields with root-feeding insect pests.

The greatest obstacles to an effective application of such biological control agents are the high cost of current application methods and a limited shelf-life. In our second phase NRP68 project, we strived to overcome these obstacles with a novel application method that is based on the encapsulation of EPN and EPB in alginate beads. Such beads can be applied to fields at the time of sowing of the cultures. The aim was to supplement the beads with useful plant-derived substances: 1) root-produced compounds that put the EPN in a state of quiescence, thereby keeping the EPN in good shape while they are embedded in the beads, and 2) other compounds that attract and encourage the pests to feed on the beads.

In my presentation I will report on the significant progress we have made in the development of the novel formulation. We succeeded at producing robust and easy to handle beads in which the biocontrol agents readily survive for over a month, under ambient abiotic conditions. EPN and EPB proved to be fully compatible and in some cases had additive effects in protecting crops. The efficacy of the resulting beads was variable depending on the targeted pest insect. The beads provided poor control of root fly larvae, but the outcome of trials against rootworm and weevil larvae was very promising. The identification of the quiescence factor that puts EPN in a state of dormancy was more challenging than anticipated, but we made significant progress towards this goal and are optimistic to succeed in the close future. Further optimizations with attractants and feeding stimulants are needed before the full application of an attract-and-kill strategy against several important invasive pest insects. This strategy offers a safe and environmentally harmless alternative to pesticides. provide a new means to understand soil formation under controlled conditions and with controlled parent materials.

## Innovation hubs for evaluation and adoption of soil improving cropping systems

**Raphael Charles**<sup>1,4</sup>, Lucie Büchi<sup>1,5</sup>, Florian Walder<sup>2</sup>, Samiran Banerjee<sup>2</sup>, Tino Colombi<sup>2,6</sup>, Juliane Hirte<sup>2</sup>, Thomas Keller<sup>2,6</sup>, Jochen Mayer<sup>2</sup>, Johan Six<sup>3</sup>, Marcel van der Heijden<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Research Division Plant-Production Systems, Agroscope, 1260 Nyon

<sup>2</sup> Research Division Agroecology and Environment, Agroscope, 8046 Zurich

<sup>3</sup> Department of Environmental Systems Science, ETH Zurich, 8092 Zurich

<sup>4</sup> Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), 1001 Lausanne

<sup>5</sup> Natural Resources Institute, University of Greenwich, United Kingdom

<sup>6</sup> Department of Soil and Environment, Swedish University of Agricultural Sciences (SLU), 750 07 Uppsala, Sweden

Soil improving cropping systems (SICS) aim at sustaining or improving soil functions. These systems are based on conservation agriculture or organic agriculture principles. To better understand to which extent farmers' practices effectively contribute to soil protection, a monitoring network is helpful. Furthermore, the formation of hubs composed of innovative farmers allows to assess how the goals of soil protection and improvement are achieved, and how practices could be extended to other farms.

In order to develop a specific set of instruments for assessing cropping systems and strategies for a broader implementation of SICS in Swiss agriculture, a project in the framework of NRP68 was established, built on a multidisciplinary consortium and on projects from the first phase of NRP68: "Carbon input" (J. Mayer, J. Hirte), "Soil compaction" (T. Keller, T. Colombi), "Mycorrhiza" (M. van der Heijden, F. Walder, S. Banerjee), "Climate CAFE" (J. Six), and "Cover Crops" (R. Charles, L. Büchi). The first objective of the project consisted in assessing a set of indicators at farming, cropping and field levels in three soil management systems, namely conventional, no-till and organic farming systems. A second objective was to test whether SICS can be used to promote the functioning of soil, soil biodiversity, and carbon accumulation without negative impacts on plant yield and income per hectare. A third objective was to share knowledge with pioneer farmers who apply SICS.

A network was established with 60 farms (20 per management system) distributed in two hubs (western and eastern part of the Swiss Plateau). Each farm provided data related to its soil management for the years 2012-2016. Soil and plant measurements and sampling were carried out in one winter wheat field per farm in 2016. A first set of agro-environmental indicators was computed to characterize the farming and cropping system based on data provided for 2012-2016 period. A second set of indicators consisted of plant properties and a range of soil physical, chemical, and biological parameters to characterize the state of soil quality.

The different cropping systems (conventional, no-till, organic) could be differentiated based on agro-environmental indicators derived from data on agricultural practices (machine traffic, tillage, fertilisers, pesticides) and from field measurements (crop yield and quality, weeds, aggregate stability, soil bulk density, soil gas transport properties, penetration resistance, stratification of nutrients and organic matter, available phosphorus, abundance and diversity of soil organisms). However, there was a high variability within the different systems. For example, none of the systems could be distinguished based on soil organic matter content and stock. The ratio of organic matter content to clay content showed a large variation within the cropping systems, with unsatisfactory low values in each system. No-till and organic systems generally showed a higher soil structural stability and enhanced soil life, e.g. higher abundance of plant-beneficial mycorrhizal fungi. However, these systems were less productive than the conventional one, underlining the trade-offs between production and soil protection. The further analyses of data (not all data are fully analysed to this day) will allow to go beyond the labels of the three systems and to focus on properties and processes of the soil-plant system.

The data obtained provided a broad picture of the current status of Swiss cropping systems. New insights into several crucial themes have been achieved based on an on-farm approach: physical structure and nutrient stratification along the soil profile, the content of organic matter and stability of aggregates, the influence of SICS on crop growth and on soil life. In addition, indicators for cropping systems have been assessed to evaluate existing cropping practices in context of soil quality and to facilitate the dissemination of results for farmers. The multidisciplinary research consortium has consolidated the capacity to better understand the functioning of complex cropping systems.

Because the study is based on multiple farm site across Switzerland, results of this project can be generalized to make recommendations beyond the three studied production systems. By choosing appropriate and site specific cropping techniques (machine traffic, fertilisers, pesticides) farmers can effectively contribute to soil protection and



enhanced quality. No simple recommendation can be generalised in terms of cropping techniques to modify soil carbon stocks in the soil. However, organic amendments and reduced soil tillage led to a higher concentration of organic matter in the top soil layer, increased the abundance of mycorrhizal fungi and improved aggregate stability. Moreover, reducing the use of pesticides and fertilizers have led to a higher soil biological activity and root colonization by mycorrhiza. However, the conventional cropping systems (fertilizer, crop protection, soil tillage) produced the highest yields. The balance between crop production and soil protection remains a challenging objective, which needs to better consider local agricultural conditions.

The innovation hubs served as exchange platforms for the further development of innovative SICS. A precise georeferencing of fields and the archiving of soil samples make these hubs available in the long term. The results of this project can help design a set of indicators to evaluate the health of soil as a central resource for agricultural production. Part of these indicators are available to develop specific reference systems as decision support or monitoring tool.



## Mapping land use, its change and grassland management at national scale

**Felix Stumpf, Armin Keller**  
Agroscope NABO

Spatial information on land use is of paramount importance to establish sustainable land management strategies, which preserve and foster soil ecosystem services. We present an agricultural monitoring system to map i) annual of grass- cropland distributions, ii) long-term land use dynamics within a 15-year period, and iii) management type and intensity of grassland areas exemplarily for the year 2015. First, based on spectral imagery and auxiliary variables, we calibrated a Random Forest classifier to detect annual grass-/cropland distributions for 2000-2015. Second, we used the annual land use maps to derive classes of typical land use dynamics based on a pattern description of the pixel-wise conversion regimes. Third, we compiled spatially explicit time series of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) for the vegetation period of the grassland area in 2015. Grassland management classes were defined and mapped by disaggregating the times series into mowing and grazing events and by applying a management intensity index based on the mean NDVI decline. The land use classifier shows an overall accuracy of 86% and a Kappa of 0.72 using out-of-bag data. The annual land use classifications were evaluated using model-free data and are robust with a Kappa between 0.6-0.8. Approximately 50% of the agricultural area in Switzerland is subject to frequent conversions between grass- and cropland. With increasing elevation low intensity pastures become dominant, while meadows and high intensity pastures are scattered along the alpine foothills. The proposed monitoring system is annually updatable and provides maps of land use and land management in a spatial resolution of 30 x 30m for the entire Swiss agroecosystem.

## Sustainable provisioning of multiple ecosystem services in agricultural landscapes (ECO-SERVE)

The impact of management history on protease encoding microbes and nitrogen transformation processes in agricultural soils subjected to future projected rainfall variability

**Martina Lori**<sup>1,2</sup>, Sarah Symanczik<sup>1</sup>, Andreas Gattinger<sup>2</sup>, Paul Mäder<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Soil Sciences, Research Institute of Organic Agriculture FiBL, Ackerstrasse 113, CH 5070 Frick (Switzerland)

<sup>2</sup> Organic Farming and Sustainable Soil Use, Karl-Glückner-Str. 21 C, Justus-Liebig University Giessen, DE 35394 Giessen (Germany)

ECO-SERVE is a European joint project focusing on sustainable provisioning of multiple ecosystem services in agricultural landscapes. The project aims to assess alternatives to current conventional intensive agricultural systems that confer enhanced resistance and resilience to climate change induced rainfall variability. One option of eco-functional intensification is organic farming, an approach based on exploiting internal natural resources and processes for securing and improving agricultural productivity. In this concept an active but also adaptive microbiota plays a central role in providing ecosystem functioning, such as nutrient cycling, in a changing environment.

To quantify the impact of organic and conventional farming systems on microbial key indicators, a literature search followed by a meta-analysis was conducted. Data from 56 research articles including 149 pairwise comparisons were integrated. We identified organic systems to have 32% up to 84% greater microbial biomass carbon and nitrogen, total phospholipid fatty acids, dehydrogenase, urease and protease activity as compared to conventional systems. Categorical meta-analyses identified crop rotation, the inclusion of legumes and organic inputs as farming practices positively affecting microbial communities. Whether observed differences in the soil microbiota translate into enhanced functioning of agroecosystems when facing climate change induced rainfall variability, was further assessed in a microcosm and a terrestrial model ecosystem (TME) study.

Considering the need of alternative nitrogen (N) fertilization strategies, in-depth knowledge about N transformations in soil, as affected by climate change and soil management, is crucial. A microcosm study, based on soils from the DOK farming system comparison, assessed differences in N provisioning from organic fertilizer to crops and its underlying functional microbial communities, using <sup>15</sup>N stable isotopes as well as Illumina sequencing. In a nutshell, we identified 30% more N derived from fertilizer in the test crop ryegrass grown on organically compared to conventionally managed soil, but only when subjected to dry conditions. alkaline (apr) and neutral (npr) metallopeptidase encoding microbial communities, functionally involved in the initial step of N mineralization, were significantly affected by farming system and water treatment. We identified a concomitant pattern of apr encoding microbial community structure and diversity with distinct N provisioning from organic fertilizer.

The TME study aimed to analyze N-cycling ecosystem services (N provisioning, N losses) in differently intensive managed systems across Europe, using intact soil cores with growing grass. TMEs from eco-intensive and conventionally managed fields from France (grassland), Switzerland (arable ley cropping) and Portugal (agroforestry) were subjected to rainfall variability in a joint set up. Preliminary analyses revealed country-specific differences in ecosystem service levels between management intensity, however no overall effect was observable. apr encoding microbial community structure differed between countries as well as management intensity. Whether or not these differences can explain distinct ecosystem service levels and stability is currently under investigation.

Overall, our work contributes to in-depth comprehension of microbial mediated N transformations in agricultural soils as affected by management and future projected rainfall variability.

## Multifunktionale Landwirtschaft in Europa

**Annelie Holzkämper**

Agroscope

Die Ansprüche, die die Gesellschaft an die Landwirtschaft stellt, sind vielfältig und nicht immer voll miteinander vereinbar. Mit steigendem Nutzungsdruck ist zu erwarten, dass die Zielkonflikte noch verstärkt werden. Zudem können klimatische Änderungen die Produktionsrisiken erhöhen und zugleich negative Auswirkungen auf andere Funktionen des Agrarökosystems haben, etwa die Erhöhung des Bodenabtrags oder verstärkte Nitratauswaschung.

Was die Vereinbarkeit unterschiedlicher Agrarökosystemfunktionen angeht, sind verschiedene Strategien denkbar. Zum Einen können Gebiete für intensive Agrarproduktion von Schutzräumen für andere Funktionen (z.B. Naturschutz) räumlich getrennt werden, so dass auf möglichst kleiner Fläche möglichst viel produziert wird und Umweltwirkungen an anderer Stelle kompensiert werden („land sparing“ oder Segregation); alternativ dazu kann so extensiv gewirtschaftet werden, dass im gleichen Raum möglichst alle Funktionen erhalten bleiben („land sharing“ oder Integration).

In Zusammenarbeit mit lokalen Stakeholdern wurden in diesem Projekt Szenarien für die konkrete Umsetzung beider Strategien im Einzugsgebiet der Broye (Westschweiz) entwickelt. Ein komplexes Modellsystem bestehend aus einem agrar-hydrologischen Modell (SWAT) und einem statistischen Modell für Grünlandzeigerarten soll helfen, die erstellten Szenarien im Hinblick auf entstehende Zielkonflikte objektiv zu bewerten. Auf Grundlage der Modellergebnisse sollen Empfehlungen abgeleitet werden, welche Strategie bzw. welche Teilstrategien für zur Reduktion von Zielkonflikten unter aktuellen und zukünftigen Klimabedingungen beitragen könnten.

## Multifunctional agriculture in Europe

**Annelie Holzkämper**

Agroscope

Societal demands on agriculture are varied and not always fully reconcilable with one another. With increasing demand on land use, a deepening of these conflicts is to be expected. Furthermore, climate change can increase production risks and at the same time have negative effects on other functions of the agricultural ecosystem such as increased soil erosion or nitrate leaching.

To minimize trade-offs between agroecosystem functions, different strategies can be applied: Land Sparing (LSP) or Land Sharing (LSH). Land for intensive agricultural production can either be strictly separated from regions preserved for other functions (e.g. protected areas for biodiversity conservation; = LSP). In this case negative environmental impacts of agricultural production in one place are compensated in another place. Alternatively, agricultural management can be broadly intensified to allow for different agroecosystem functions to co-exist in the same place (LSH or “wildlife-friendly farming”).

In collaboration with local stakeholders the project team developed scenarios for the implementation of these two alternative strategies in the Broye catchment in Western Switzerland. A complex modelling system consisting of an agro-hydrological model (SWAT) and a statistical model for grassland indicator species is developed and applied to provide an objective evaluation of these scenarios with respect to their potential to reduce trade-offs between different agro-ecosystem functions.

Based on the modelling results, recommendations should be derived regarding which strategy or partial strategies can be suitable to reduce land use conflicts under current and future climate conditions.



## COMET-Global: Whole-farm GHG estimation and environmental diagnostic platform

**Johan Six**

Institute of Agricultural Sciences, ETH Zürich, Tannenstrasse 1, 8092 Zürich

There is a global concern related to increased levels of greenhouse gases (GHG) in the atmosphere. Land use management primarily affects the release of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), nitrous oxide (N<sub>2</sub>O) and methane (CH<sub>4</sub>), which contribute to global warming and thus impact climate change. Previous research has thoroughly investigated effects of land use and management changes on GHG emissions, but these findings have hardly been implemented in practice as a GHG reduction strategy. Successful implementation of GHG mitigation strategies urgently requires evaluation of their biophysical potential to maintain productivity under climate change while mitigating GHG emissions from individual cropping systems under specific pedo-climatic conditions, historical land use and management.

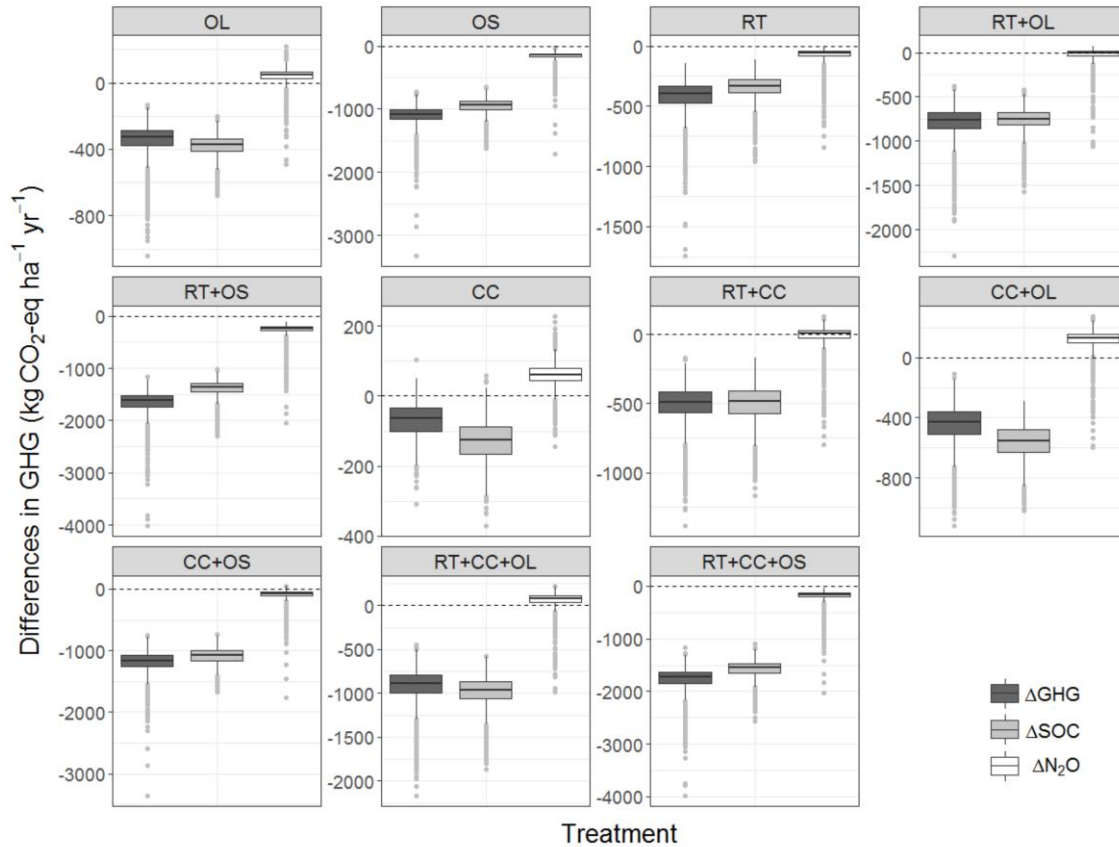
Here, we identified management practices that can mitigate GHG emissions from Swiss agricultural soils and quantified effects associated with the long-term adoption of a range of management practices and their combinations on crop yields and soil GHG emissions at the site, regional and national scales. Long-term data derived from four Swiss long-term experiments (LTEs) in Therwil, Frick, Changins and Reckenholz was used to robustly parameterize and evaluate the DayCent ecosystem model for simulating crop productivity, soil carbon (C) dynamics and soil N<sub>2</sub>O emissions across a range of management practices and pedo-climatic conditions. Additionally, modeled crop productivity was evaluated against the county and national level data. Net soil GHG emissions were derived from annual changes in soil organic C content, N<sub>2</sub>O emissions and CH<sub>4</sub> oxidation capacity using 100-year time horizon global warming potentials. Site level model application assessed a wide range of management practices and their combinations as implemented in LTEs, whereas the regional scale application evaluated selected management combinations over a larger spatial domain covering all unique combinations of crop rotation, climate, and soil types across Switzerland.

From practices, that were evaluated at the national scale, an application of partially decomposed animal manures in combination with reduced tillage and winter vetch cover cropping showed the highest mitigation potential ( $1.77 \pm 0.24$  Mg CO<sub>2</sub>eq ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>; Fig.1), however it reduced crop yields by up to 36%. Application of partially decomposed animal manures alone ( $1.11 \pm 0.17$  Mg CO<sub>2</sub>eq ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>) or in combination with winter vetch cover cropping ( $1.19 \pm 0.19$  Mg CO<sub>2</sub>eq ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>) or reduced tillage ( $1.66 \pm 0.24$  Mg CO<sub>2</sub>eq ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>) showed a substantial potential to reduce net soil GHG emissions; but also decreased individual crop yields by up to 43%. In contrast, an application of animal manures with high decomposability in combination with reduced tillage and winter vetch cover cropping reduced GHG emissions ( $0.92 \pm 0.23$  Mg CO<sub>2</sub>eq ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>) and increased crop yields. The lowest mitigation potential was associated with vetch cover cropping alone, application of animal manures with high decomposability alone and reduced tillage alone.

The site level evaluation of management practices suggested that organic farming, particularly in combination with reduced tillage ( $1.78$  Mg CO<sub>2</sub>eq ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>), substantially reduced net soil GHG emissions, while it also decreased the yield (Fig. 2). In contrast, composting of organic manures ( $0.77$  Mg CO<sub>2</sub>eq ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>), reduced tillage (up to  $0.56$  Mg CO<sub>2</sub>eq ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>) and no tillage ( $0.81$  Mg CO<sub>2</sub>eq ha<sup>-1</sup> yr<sup>-1</sup>) effectively reduced net soil GHG emissions and GHG intensity without a noticeable reduction in the yield (up to 5%).

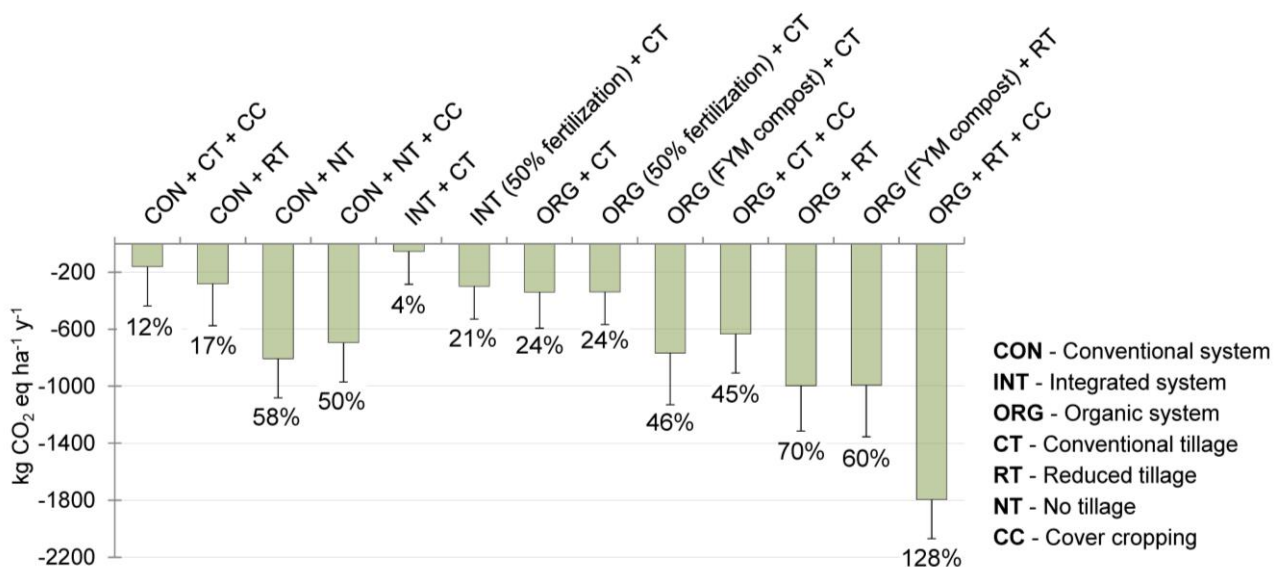
These results improved our understanding of the main and interactive effects of management practices on soil GHG emissions and crop yields at longer temporal and larger spatial scales. Estimates of GHG mitigation potentials and yields for a range of management practices will promote adoption of practices that effectively mitigate GHG emissions without a commensurate decrease in crop yields. Regional-scale estimates provide policy and decision makers with information to set up feasible targets for regional and national climate change mitigation strategies and environmental policies in Switzerland.





**Fig.1:** Box plots of changes in net soil greenhouse gas (GHG) flux, soil organic carbon (SOC), and N<sub>2</sub>O flux by alternative practices relative to conventional practices. For each grid cell, values are averaged over crop rotations for the period 1991–2013. Points are values more than 1.5 times of upper quartile or lower than 1.5 times of lower quartile. OL, addition of a highly decomposable animal manure; OS, addition of a partially decomposed animal manure; RT, reduced tillage; CC, winter cover cropping.

### Potential of soil management practices to mitigate soil GHG emissions



**Fig.2:** Relative (%) and absolute (kg CO<sub>2</sub>eq ha<sup>-1</sup>) changes in annual net soil GHG emissions in response to alternative management practices relative to conventional practices across four long term experiments (LTEs).

## **Climate-CAFÉ project: Climate Change Adaptability of cropping and Farming systems for Europe**

**Johan Six**

Institute of Agricultural Sciences, ETH Zürich, Tannenstrasse 1, 8092 Zürich

Climate change effects in various European regions is highly uncertain but is expected to directly affect land-use and food production that will alter soil nutrient cycling feedbacks. Region-specific climate constraints to crop production will likely lead to major changes in land-use and conventional management practices. In order to ensure long-term sustainability and resilience of existing agricultural systems to climate change, there is an urgent need to evaluate agricultural management practices for their potential to maintain or increase crop productivity, adapt to climate change as well as to mitigate soil greenhouse gas (GHG) emissions and nutrient leaching under various climate change scenarios, considering a range of biophysical constraints over space and time.

Climate CAFÉ has focused on increasing the adaptive capacity of European arable and forage crops to climate variability and change through improved soil and water management, new cultivars, novel rotations, alternative tillage options, inclusion of legumes and intercrops, and enhancement of the buffering capacity of the soil-crop system. In the context of this project, we have evaluated and analyzed long-term ecological impacts of adoption of various climate change adaptation strategies (i.e. reduced (conservation) tillage, legumes integration into crop rotations, cover cropping, organic fertilization and irrigation) and their combinations in the European cropping systems using process-based DayCent model, particularly their effects on long-term changes in crop productivity, yield, soil organic carbon, soil GHG emissions and nitrate leaching under future climate conditions described by 8.5 and 4.5 Representative Concentration Pathways for GHG emissions in the fifth IPCC assessment from 2014. This modeling study was established on experimental data derived from eight European long-term experiments in Switzerland (Therwil, Changins), France (Auzeville), Spain (Córdoba), Germany (Müncheberg), Sweden (Fjärdingslöv) and Scotland (Tulloch and Woodside). These field experiments have investigated the effects of nutrient and tillage managements, leguminous cover cropping, irrigation as well as various crop rotations on crop biomass and yields, soil organic carbon and soil N<sub>2</sub>O emissions across a diverse set of soil and climatic conditions covering existing gradients across Europe (North-South climatic gradient). Effects of elevated atmospheric CO<sub>2</sub> concentration from 2010 to 2100 on crop growth and development, transpiration, and C:N ratio of crop biomass have been taken into account. It has been assumed that i) the increase in the atmospheric CO<sub>2</sub> concentration enhances NPP by approximately 10% and C:N ratio for biomass by 25%, but decreases transpiration rate by 23%; and ii) these effects are proportional to the magnitude of CO<sub>2</sub> increases over time. However, no production stimulation for grass-clover or C4 crops due to elevated CO<sub>2</sub> has been considered. Three climate change adaptation strategies and their combinations relevant to a specific European region have been evaluated under both future climate scenarios over a 100 year period at each of the above listed experimental sites. The simulation results for seven climate change adaptation scenarios per region have been aggregated over time and the effects of soil adaptation through management have been evaluated in comparison with the conventional management practices at the rotational level.

These results improved our understanding of the long-term biophysical responses of cropping systems to climate feedbacks in various European regions with different climatic threats. The assessment of adaptation strategies by taking into account pedo-climatic constraints revealed region-specific synergies and trade-offs between adaptation and mitigation under future climate scenarios. Identified sustainable viable management options will support present and future policy objectives for climate adaptation and food production at regional and national levels.

## Soil organic carbon stocks in Swiss agricultural long-term experiments

Keel, S.G.<sup>1</sup>, Anken, T.<sup>2</sup>, Büchi, L. A.<sup>3,4</sup>, Chervet, A.<sup>5</sup>, Fliessbach, A.<sup>6</sup>, Flisch, R.<sup>1</sup>, Huguenin-Elie, O.<sup>1</sup>, Mäder, P.<sup>6</sup>, Mayer, J.<sup>1</sup>, Sinaj, S.<sup>3</sup>, Sturny, W.<sup>5</sup>, Zihlmann, U.<sup>1</sup>, Leifeld, J.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Agroscope, Agroecology and Environment, Zürich, Switzerland, sonja.keel@agroscope.admin.ch

<sup>2</sup>Agroscope, Competitiveness and System Evaluation, Ettenhausen, Switzerland

<sup>3</sup>Agroscope, Plant-Production Systems, Changins, Switzerland

<sup>4</sup>current address: University of Greenwich, Natural Resources Institute, United Kingdom

<sup>5</sup>Bern Office of Agriculture & Nature, Zollikofen, Switzerland

<sup>6</sup>Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Soil Sciences, Frick, Switzerland

Soils have the potential to sequester additional carbon (C), thereby mitigating CO<sub>2</sub> emissions. In agricultural systems, management has a large influence on the C balance of soils. Here, we assess the effect of land use, fertilization and soil tillage on the dynamics of soil organic carbon (SOC) stocks in topsoil (0-20 cm). For this purpose, we summarize results from eleven Swiss long-term, controlled, field experiments. Most sites were located in the Central Plateau; three were permanent grasslands (GLs) and eight croplands (CLs). At each location, different treatments were tested (e.g. various organic or mineral fertilizers, different types of soil tillage). Extreme practices (no or very intense fertilization) as well as intensities typical for Swiss farming systems were included. We calculated the rate of change in SOC for each treatment by fitting linear regressions to repeated measurements in the field. A linear mixed effects model was applied to test which factors could explain the SOC change rate.

Across all experiments and treatments, SOC stocks in topsoil decreased by 0.33 t C ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>. Only six out of 80 treatments led to an increase in SOC stocks, half of which were heavily fertilized. Among the three other treatments with a positive SOC balance, two were on permanent grassland and one on a cropland where reduced tillage was practiced. Based on our preliminary analysis, intensity and type of fertilization (organic vs. mineral), soil cover and clay content were identified as significant factors. Soil tillage, land-use type (CL vs. GL) or land-use history (i.e. conversion from GL to CL prior to experiment) had no statistically significant effect on the SOC change rate.

Based on these preliminary results and the current agricultural practices, increasing the use of cover crops in crop rotations is the most promising option to reduce SOC losses, but with a limited potential. Additions of organic matter through crop residues or organic fertilizer can hardly be increased, since they are already left on the field or returned with manure. Together these results suggest that the potential for SOC sinks in Swiss agricultural mineral topsoils is very limited under current agricultural practices.

## **Models4Pastures: Testing aND MODELING nitrous oxide emission REDUCTIONS in MANAGED grasslands**

**Lutz Merbold**<sup>1,2</sup>, Kathrin Fuchs<sup>2</sup>, Val Snow<sup>3</sup>, Lukas Hörtnag<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Mazingira Centre, International Livestock Research Institute (ILRI), P.O. Box 30709, 00100 Nairobi, Kenya

<sup>2</sup> Department of Environmental Systems Science, Grassland Sciences Group, ETH Zürich, Universitätsstrasse 2, 8092 Zurich, Switzerland (kathrin.fuchs@usys.ethz.ch)

<sup>3</sup> Lincoln Research Centre, AgResearch, Lincoln, New Zealand

Greenhouse gas (GHG) exchange between managed grasslands and the atmosphere depends besides weather conditions predominately on management practices. While natural or extensively managed grasslands are known to function as GHG sinks, intensively managed grasslands are characterized by considerable nitrous oxide (N<sub>2</sub>O) emissions leading to a reduction of an often-existing sink function. In order to mitigate GHG emissions from agriculture various promising options are available. One of these N<sub>2</sub>O mitigation strategies is to replace the required amount of nitrogen (N) fertilizer input by using biological nitrogen fixation (BNF) via legumes. Up to date, the effect of legumes on nitrous oxide emissions is still not fully understood. Besides in-situ GHG flux measurements, modeling of GHG emission and associated mitigation options in agricultural production systems is key in order to identify likely flow-on effects such as changed input needs and productivity. However, and similarly to the existing lack in ecosystem scale GHG flux measurements a comprehensive comparison of the ability of dominant biogeochemical process models to simulate GHG mitigation strategies across different climates is yet missing. Moreover, it needs to be noted that modelling of perennial systems is more difficult than annual systems as annual production systems are largely “reset” every year. This resetting minimizes or eliminates the drift in system states (such as changes in soil organic matter) that can accumulate over long simulation periods. Consequently, we aimed at both, quantify net GHG fluxes from two differently managed grassland parcels using the eddy covariance technique in Switzerland (mitigation vs control treatment) and subsequently relate our results to productivity (yields). In addition, we joined a global modeling initiative that compared various biogeochemical process models to simulate N<sub>2</sub>O emissions and yields in a variety of grassland across different climates.

Results from the experimental setup revealed that following organic fertilizer application, elevated N<sub>2</sub>O emissions occurred at the control parcel and unchanged N<sub>2</sub>O emissions at the mitigation parcel. Net annual N<sub>2</sub>O fluxes were 46% (±3%) and 35% (±3%) lower at the experimental parcel in 2015 and 2016, respectively. In contrast, annual yields did not significantly differ between parcels. Modelling N<sub>2</sub>O emissions and yields using a range of models revealed considerable differences in model performance and lead to the conclusion that an ensemble approach of several models will lead to more reliable results at field scale than a single model approach. Still, whether the applicability of the model ensembles of currently existing models for projecting of agricultural productivity and N<sub>2</sub>O emissions at larger spatial units (e.g. gridded projections) as needed in Tier 3 national inventories can be achieved remains to be evaluated in the future.

In conclusion, significantly lower nitrous oxide fluxes under experimental management indicate that nitrous oxide emissions can be effectively reduced at very low costs with a clover-based management. Long-term effects on the N budget, implications for the quality of animal feed as well as potential consequences at the farming system level (i.e. manure management) need further evaluation experimentally as well as within modelling activities.

## **Fokusstudie: Treibhausgas-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden in der Schweiz**

**Markus Steffens**, Hans-Martin Krause, Andreas Gattinger, Daniel Bretscher, Andreas Schellenberger  
Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL, Ackerstrasse 113, CH-5070 Frick

In der Landwirtschaft stellen Böden neben der Tierhaltung und der Lagerung und Behandlung von Hofdüngern gegenwärtig eine der grössten Quellen und Senken für Treibhausgase (THG) dar. Dies ist vor allem auf bodenbürtige N<sub>2</sub>O-Emissionen zurückzuführen, welche weltweit rund 50% der anthropogenen N<sub>2</sub>O-Emissionen ausmachen. Bei guter Durchlüftung wirken Böden ausserdem als leichte CH<sub>4</sub> Senke. Über die An- und Abreicherung von organischem Kohlenstoff (SOC) agieren landwirtschaftliche Böden ausserdem als CO<sub>2</sub>-Senken oder –Quellen. Die Fähigkeit eines Bodens Kohlenstoff langfristig in der organischen Bodensubstanz zu speichern, hängt dabei von den standörtlichen Bedingungen und den dominierenden Bodenprozessen ab. Verschiedene Bewirtschaftungsweisen im Ackerbau wirken sich zudem auf die Kohlenstoffbilanz des Bodens aus. Obwohl der Einfluss von einzelnen Bodenparametern auf die THG- und insbesondere N<sub>2</sub>O-Emissionen in vielen Studien erforscht wurde, existieren Wissenslücken hinsichtlich der Anwendung von komplexen Managementstrategien im Feld. Auch für CH<sub>4</sub>-Emissionen ist der Einfluss von verschiedenen landwirtschaftlichen Praktiken bisher nicht systematisch quantifiziert worden. Um diese Wissenslücken zu schliessen, zielt die Fokusstudie darauf ab, die Ergebnisse der Feldstudien anhand einer Literaturrecherche systematisch zusammenzufassen und quantitativ mit Bezug auf die Schweizer Verhältnisse auszuwerten. Dabei sollen die treibenden Faktoren für CH<sub>4</sub>- und N<sub>2</sub>O-Emissionen nach verschiedenen Landnutzungsformen (Ackerland und Grasland) und Bodentypen (organische und mineralische Böden) gestaffelt aufgezeigt werden.

Obwohl in den letzten Jahren mehrere Studien zu THG-Emissionen in verschiedenen Feldversuchen durchgeführt wurden, war die Anzahl an vergleichbaren Messwerten im untersuchten geographischen Raum zu gering, um klare Aussagen über die CH<sub>4</sub>-Emissionen treffen zu können. Der Umstand, dass N<sub>2</sub>O-Messkampagnen mit unterschiedlicher Messdauer nicht systematisch miteinander verglichen werden können, reduzierte die Anzahl der auswertbaren Studien zusätzlich. Wir konnten jedoch einige Informationen zu N<sub>2</sub>O-Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden gewinnen. Die wichtigsten Treiber für N<sub>2</sub>O-Emissionen aus mineralischen Ackerböden waren die N-Düngung und der Boden-pH. In organischen Böden und mineralischen Graslandböden war der SOC-Gehalt ein wichtiger Treiber der N<sub>2</sub>O-Emissionen. Unter Ackernutzung waren die N<sub>2</sub>O-Emissionen signifikant höher als in mineralischen Böden. Der Einfluss spezifischer Managementverfahren konnte jedoch aufgrund der geringen Anzahl an vergleichbaren Studien nicht quantitativ ausgewertet werden. Trotz der geringen Anzahl in verwertbaren Studien konnten wir aber ein Bündel an Massnahmen zusammenstellen, um N<sub>2</sub>O-Emissionen aus mineralischen Ackerböden zu reduzieren. Ausserdem konnten wir einen allgemeinen Mindestkriterienkatalog für zukünftige THG-Studien erstellen, damit deren Ergebnisse möglichst effizient zusammengeführt und ausgewertet werden können.



## **Fokusstudie «Landwirtschaftlicher Bodenmarkt im Brennpunkt von Regionen mit Siedlungserweiterung»**

**Gianluca Giuliani**

Flury-Giuliani GmbH, Sonneggstrasse 30, CH-8006 Zürich

Die fortschreitende Umnutzung von landwirtschaftlichen Produktionsflächen in Siedlungs- und Verkehrsflächen betrifft zum grössten Teil Flächen, die bis anhin im Geltungsbereich des bäuerlichen Bodenrechts waren. In Verbindung zur Raumordnungspolitik kommt dem landwirtschaftlichen Bodenmarkt eine zentrale Bedeutung zu, indem sich das bäuerliche Bodenrecht auf die Effizienz der raumplanerischen Prozesse auswirkt. Eine wichtige Voraussetzung für eine koordinierte Bodennutzung ist daher ein nach marktwirtschaftlichen Regeln funktionierender landwirtschaftlicher Bodenmarkt. Ist dies nicht gegeben, laufen Entscheidungsprozesse zu Umnutzungen und zur Bereitstellung von Kompensationsflächen nach dem Prinzip des geringsten Widerstandes, was dem übergeordneten Ziel einer nachhaltigen Bodenpolitik widersprechen kann.

Ziel der Fokusstudie ist, die landwirtschaftliche Bodenmarktpolitik mit Fragen der Bodennutzung und der Umnutzung landwirtschaftlich genutzter Flächen in Verbindung zu bringen. Dieser Aspekt ist in der Umsetzung raumplanerischer Instrumente für eine nachhaltige Nutzung der Ressource Boden zentral und erhöht den raumplanerischen Spielraum, da er Ansatzpunkte für eine bessere Koordination der raumrelevanten Gesetze liefert (BGBB, LPG und RPG).

Entgegen den Erwartungen zeigt sich, dass die landwirtschaftlichen Bodenmärkte in den drei Kantonen Aargau, Zürich und Graubünden tendenziell relativ gut funktionieren und flüssig sind. Transaktionen mit landwirtschaftlichen Nutzflächen finden praktisch überall regelmässig statt und folgen insgesamt ähnlichen Mustern. Die Transaktionen sind gesamthaft weitgehend unabhängig von allgemeinwirtschaftlichen Faktoren wie z.B. eine rege regionale Bautätigkeit oder ein hoher Anteil Siedlungsfläche an der Gesamtfläche der Gemeinde. Die relevanten Einflussfaktoren sind vielmehr landwirtschaftlicher Art, wie z.B. ein ausgeprägter landwirtschaftlicher Strukturwandel oder eine hohe Nutzungsintensität. Der landwirtschaftliche Bodenmarkt scheint somit immer mehr zu einer innerlandwirtschaftlichen Angelegenheit zu werden, worauf der Gesetzgeber mit dem BGBB 1991 auch abzielte.

Raumrelevante Vorhaben, welche die Verfügbarkeit der landwirtschaftlichen Produktionsflächen tangieren, finden entweder kaum mehr statt (z.B. Einzonungen) oder werden dann von langer Hand geplant (z.B. grössere Infrastrukturprojekte, Ausscheidung von Gewässerräumen oder Renaturierungen von Gewässern). Entsprechend wird der landwirtschaftliche Bodenmarkt kaum tangiert und es sind keine (Transaktions-)Blockaden zu erwarten. Damit ist allerdings nicht per se eine nachhaltige Nutzung der Ressource Boden sichergestellt. Vielmehr sind die resultierenden Veränderungen in der Bodennutzung das Ergebnis der verfahrens- und ingenieurtechnischen Planungen bzw. Prozesse und der „zufällig“ für Flächenkompensationen zur Verfügung stehenden Parzellen.

Im Rahmen der vorliegenden Studie konnte unter Einbezug wichtiger Akteure aus Vollzug und Praxis festgestellt werden, dass Auseinandersetzungen an der Grenze zwischen Siedlungs- und Nicht-Siedlungsgebiet und insbesondere auch innerhalb der Landwirtschaftszone bisher nicht in einem koordinierten und konstruktiven Dialog angegangen worden sind. Es besteht demzufolge Forschungsbedarf erstens für ein besseres Verständnis der tatsächlichen Probleme und zweitens für Empfehlungen, wie diese am effizientesten angegangen werden können.

Trotz der allgemeinen Feststellung von liquiden landwirtschaftlichen Bodenmärkten, und auch wenn die Zusammenhänge schwach erscheinen, wurden für Gemeinden mit einem hohen wirtschaftlichen Potenzial Muster einer teilweise beeinträchtigter Funktionsweise der landwirtschaftlichen Bodenmärkte festgestellt. Diese Beobachtung ist für die Studienautoren von Bedeutung und lässt in Verbindung mit der Errichtung neuer Produktionsinfrastrukturen und Umbauten von nicht mehr landwirtschaftlich genutzten Gebäuden eine unerwünschte Entwicklung vermuten. Lösungsansätze zur Vermeidung von Fehlentwicklungen werden intensiv diskutiert, sind aber noch nicht ausgereift. Eine mögliche Stossrichtung liegt in einer konsequenteren Handhabung der Genehmigungen für «Bauen ausserhalb der Bauzone» und der im Raumplanungsgesetz verankerten Rückbaupflicht (Art. 16b RPG).

Eine nachhaltige Bodennutzung kann nach Ansicht der in der Fokusstudie einbezogenen Expertinnen und Experten über umfassende Konzepte möglicher Raumentwicklungen, welche in partizipativen Prozessen unter Einbezug aller Interessen und insbesondere unter Einbezug der Landwirtschaft erarbeitet werden, erreicht werden. Entsprechende Anknüpfungspunkte sind in der Richtplanung grundsätzlich vorhanden (z.B. auf der Stufe «Vororientierung» in den Richtplangrundlagen). Verfahren zur Erarbeitung umfassender Konzepte bzw. zur Bereitstellung der notwendigen Grundlagen für die Richtplanung werden zurzeit entwickelt (z.B. landwirtschaftliche Planung).

## **Bodeninformationssysteme und (digitale) Bodenkartierung in Europa: Was kann die Schweiz davon lernen?**

**Madlene Nussbaum<sup>1</sup>, Stéphane Burgos<sup>1</sup>, Armin Keller<sup>2</sup>, Andreas Papritz<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Berner Fachhochschule, Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften, Länggasse 85, 3052 Zollikofen

<sup>2</sup> Agroscope Reckenholz-Taenikon ART, Reckenholzstrasse 191, 8046 Zürich

<sup>3</sup> Institut für Biogeochemie und Schadstoffdynamik, ETH Zürich, Universitätsstrasse 16, 8092 Zürich

Flächendeckende und genaue Bodeninformation ist eine wichtige Grundlage für den nachhaltigen Umgang mit der Ressource Boden. In der Schweiz ist diese Datenbasis nach wie vor unvollständig. Um diese Lücke effizient zu schliessen, ist die Erhebung und die Verbreitung von Bodeninformation in anderen europäischen Ländern von Interesse. Im Rahmen einer Fokusstudie des Nationalen Forschungsprogramms 68 wurde eine Übersicht des Stands der Bodeninformation, der aktuellen Kartierprojekte sowie der räumlichen Bodeninformationssysteme erstellt.

In Europa sind Bodenkarten in sehr unterschiedlichem Detaillierungsgrad vorhanden. Während einige Länder nur über eine sehr grobe Übersichtskarte (Massstab 1:1 Mio.) verfügen, haben andere sehr detaillierte Bodenkarten (Massstab 1:10'000 oder genauer) für gut wie die gesamte Landesfläche. Die detailliertesten landesweiten Bodenkarten liegen in Staaten des ehemaligen Ostblocks vor, wo mehrheitlich in den Jahren 1950–1990 Bodenkarten innerhalb der grossflächigen landwirtschaftlichen Strukturen aufgenommen wurden. Tschechien, die Slowakei, Bulgarien, Estland, Lettland und Ungarn verfügen fast flächendeckend über hoch aufgelöste Karten im Massstab 1:5'000–1:10'000. Ab den frühen 70er-Jahren wurden die Böden der Staaten des damaligen Jugoslawien im Massstab 1:50 000 kartiert. In Westeuropa führten Belgien und Österreich eine flächendeckende Kartierung im Massstab 1:20 000 bzw. 1:25 000 durch. Neben Deutschland und den Niederlanden mit 1:50 000-Karten liegen in den anderen Ländern Westeuropas keine flächendeckenden mittel- oder grossmassstäbigen Karten vor. Teilregionen (z. B. Bundesländer) verfügen häufig über detailliertere Bodeninformationen.

Während ungefähr der letzten zehn Jahre wurde in 16 der 38 betrachteten Ländern Bodenkarten neu erstellt oder bestehende Kartenwerke aktualisiert. Dabei nahm die Harmonisierung und Auswertung von Archivdaten (Profile, Bohrungen oder Bodenkarten), mit dem Ziel homogene flächendeckende Karten zu erstellen, eine zentrale Rolle ein. Neue grossflächige Bodenansprachen im Feld wurden in der Hälfte dieser Länder durchgeführt. In einem Drittel der Länder wurden statistische Methoden (Digital Soil Mapping) zur Erstellung der Karten verwendet. Die Wahl der Methodik hing meist nicht von rein fachlichen, sondern eher von organisatorischen, personellen oder finanziellen Aspekten ab.

Mehr als zwei Drittel der betrachteten Länder verfügen über ein meist frei zugängliches räumliches Bodeninformationssystem (Online-Kartenapplikation). Dieses erlaubt die Visualisierung von Karten verschiedener Bodeneigenschaften oder Bodentypen. Häufig sind zudem bodenspezifische Anwendungskarten enthalten. Einige (Bundes-)Länder bieten komplexere Auswertungswerkzeuge an, die auf Fragen des Vollzugs oder der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung zugeschnitten sind. Für benutzerdefinierte Flächen in Nordrhein-Westfalen, Tschechien, Norwegen oder Schweden kann beispielsweise der Bewässerungs- oder Kalkungsbedarf, das Erosionsrisiko oder das bewirtschaftungsbedingte Humusdefizit berechnet werden.



## Bodenindikatoren für eine nachhaltige Raumplanung

**Thomas Drobnik**

ETH Zürich, Planung von Landschaft und Urbanen Systemen, Stefano-Franscini-Platz 5, 8093 Zürich

Der Einbezug der Bodenqualität stellt die Raumplanung vor grosse Herausforderungen: die Expansion von Siedlungsflächen soll auf qualitativ schlechtere Böden ausweichen, wertvolle Böden sollen geschützt werden. Dabei ist "wertvoll" aufgrund der funktionalen Vielfalt der Böden ein facettenreicher Begriff und reicht von landwirtschaftlichem wertvollen Böden bis zu Böden mit hoher Bereitstellung von kulturellen Ökosystemdienstleistungen. Im Rahmen des NFP68-Projekts OPSOL und einer darauf folgenden Fokusstudie wurde ein neuer Bodenqualitätsindex entwickelt, der auf Ökosystemdienstleistungen aufbaut. Während bisherige Bodenqualitätsindices vor allem auf die Produktionsfunktion und auf das Potential eines Bodens abzielten, erlaubt die Verwendung von bodenbasierten Ökosystemdienstleistungen den Schritt zur nutzungsorientierten Betrachtungsweise. In Verbindung mit neuen Raumplanungsinstrumenten – beispielsweise Abgaben in Abhängigkeit von der Bodenqualität oder Budgetierung der verfügbaren Bodenqualitätspunkte anstatt der verfügbaren Fläche – ermöglicht ein solcher Index den nachhaltigen Einbezug von Bodenqualität in die Raumplanung im Sinne der Interessenabwägung. Die nutzungsorientierte Betrachtungsweise ist weiterhin ein Schritt in Richtung einer No-Net-Loss Raumplanung: Verluste und Kompensationsflächen können je nach priorisiertem Schutzziel quantitativ und räumlich identifiziert werden. Aktuell liegen Modellergebnisse für eine Fallstudienregion im Kanton Zürich vor und zeigen, dass die Kompensationsflächen je nach Schutzziel erhebliche Unterschiede aufweisen können. Dies sowohl hinsichtlich räumlicher Lage als auch in Bezug auf Kompensationskosten. Aktuell beinhalten die Modellierungen nur Offset-Kompensation, d.h. den Schutz von mindestens gleichwertigen Flächen. Die Implementation von Aufwertungsmassnahmen ist angedacht.



## TS1: La qualité du sol à la base de la production alimentaire

Raphaël Charles<sup>1</sup>, Marina Wendling<sup>1</sup>, Stéphane Burgos<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut de recherche de l'agriculture biologique FiBL, Lausanne

<sup>2</sup> Haute école des sciences agronomiques forestières et alimentaires HAFL

Le sol et les fonctions qui lui sont associées sont à la base de nombreux services écosystémiques essentiels à notre société. La présente synthèse du PNR 68 s'est intéressée plus particulièrement à la contribution des propriétés, processus et fonctions du sol en lien avec la production alimentaire.

Le sol est une ressource limitée, non renouvelable qui nécessite d'être protégée. Actuellement, quatre atteintes majeures à la qualité du sol menacent la production agricole : le tassement du sol, la diminution de la teneur en matière organique, l'érosion et la perte de biodiversité. De multiples facteurs et interactions sont à l'origine de ces stress et impacts (figure 1). Le tassement du sol est un phénomène en recrudescence qui touche environ un tiers des sols suisses. Il résulte de l'augmentation constante du poids des machines, de travaux du sol malgré des conditions trop humides ou encore d'une baisse de la stabilité structurale du sol. Cette baisse peut être reliée à une diminution de la teneur en matière organique qui joue un rôle central dans les fonctions chimiques, physiques et biologiques du sol. Ce phénomène et ses conséquences ont été observés dans plusieurs essais de longue durée sollicités dans le cadre des projets du PNR68. La perte de matière organique a pour origine une disponibilité réduite en engrais de ferme ou en compost, une exportation trop systématique des résidus de culture ou encore l'absence de prairies dans la rotation. De plus, l'érosion reste encore et toujours un danger pour la qualité des sols malgré des mesures de protection ciblées. Enfin, plusieurs études préviennent également des risques liés à toute perte de biodiversité en raison du rôle central des organismes du sol dans de nombreuses fonctions du sol. Cette perte reste toutefois difficile à quantifier.

Plusieurs projets se sont attachés à trouver des solutions aux atteintes à la qualité du sol. Des pratiques culturales innovantes, développées par les agriculteurs et accompagnées par la recherche, permettent de protéger le sol. Des combinaisons judicieuses de couverts végétaux et de travail réduit du sol limitent les pertes de matière organique, protègent la surface du sol et améliorent la structure du sol sans porter atteinte à la production. Ces systèmes de cultures entretiennent la qualité du sol, mais peuvent aussi restaurer des fonctions du sol ayant subi des conditions de culture exigeantes. Ils conduisent également à réduire l'utilisation d'intrants.

La nutrition et la protection des plantes font parties des mesures culturales importantes, auxquelles les organismes du sol peuvent contribuer activement. Des champignons mycorhiziens, des nématodes entomopathogènes, des bactéries *Pseudomonas* et des couverts végétaux ont été étudiés pour leur rôle complémentaire aux fertilisants ou en tant qu'agent de biocontrôle. L'influence des pratiques agricoles sur ces différents organismes bénéfiques et l'intérêt de leur inoculation ont également été testés. Des résultats encourageants ont été mis en évidence et les études se poursuivent pour leur transfert dans la pratique.

Le PNR68 servait également de cadre au développement et à l'application de méthodes scientifiques pour évaluer la qualité du sol en termes de diagnostic et de monitoring. La présente synthèse comprend un inventaire de ces outils qui s'adressent aux différents acteurs concernés par la gestion des sols agricoles, en particulier aux agriculteurs.

Enfin, ce travail de synthèse a conduit à des discussions sur des mesures à prendre et sur des stratégies contribuant à la conservation ou à l'amélioration de la qualité du sol tout en répondant aux exigences d'une production durable. Aujourd'hui, il s'agit d'écarter les quatre atteintes actuelles majeures à la qualité du sol que sont le tassement du sol, la diminution de la teneur en matière organique, l'érosion et la perte de biodiversité. Pour cela, il s'agit d'aboutir à des systèmes de production et filières de transformation davantage basés sur le fonctionnement du système sol - plante, ancrés dans le contexte pédo-climatique local, libérés des intrants nuisibles pour le sol, l'humain et l'environnement, et mutualisant les risques tout au long de la chaîne de valeur.

Dans cette perspective, plusieurs concepts ont été discutés. Le premier fait appel à la nécessité de respecter « le potentiel de production de la parcelle ». Il souligne l'intérêt des cartes d'aptitude à la culture et apparaît dans les exigences des PER au niveau des apports autorisés en phosphore et en azote conjointement aux besoins des plantes (OPD, 910.13). Toutefois à l'heure actuelle, il n'y a pas d'information de ce type à une échelle parcellaire pour l'entier du pays.



Le second concept parle d' « une agriculture appropriée au site ». Il apparaît dans différents contextes en lien avec l'utilisation agricole du sol et les risques de pollution, comme éléments de la stratégie climatique de l'OFAG, comme justificatif de la cartographie des sols, ou encore comme vision dans de nombreux plaidoyers de développement de l'agriculture suisse. Si les premières définitions apparaissent dans les années quatre-vingt, une définition plus précise et actuelle permettrait de mieux cerner les tenants et aboutissants, ainsi que les objectifs attendus.

Le troisième concept fait appel à une « agriculture écologiquement intensive ». La FAO décrit ce concept comme un processus à forte intensité de connaissance qui requiert une gestion optimale des fonctions écologiques et de la biodiversité pour améliorer la performance des systèmes agricoles, l'efficacité et la subsistance des agriculteurs. En Suisse ce concept est resté flou et sa considération a pour l'instant surtout retenu qu'il s'agissait d'accroître la valeur de la production agricole, malgré la raréfaction des réserves foncières, en minimisant les impacts environnementaux négatifs.

Ces concepts ouvrent de nouvelles perspectives d'évolution de l'agriculture pour tenir compte des nouvelles connaissances, des besoins d'action prioritaires mis en évidence dans le cadre du PNR68, de l'évolution du contexte de la production et de nouveaux champs de tensions auxquels sont soumis les agriculteurs. L'agriculture suisse est largement inspirée de la production intégrée. Durant les années nonante, ce système est parvenu à intégrer la protection des végétaux dont il est issu et les grands principes d'une utilisation durable du sol. Désormais, il s'agit de progresser dans l'intégration des fonctions du sol au service de la production alimentaire. L'ensemble de ces défis nécessite une innovation dans la technique et la pensée ainsi qu'un cadre général porteur auquel l'ensemble des acteurs sont associés : production primaire, filières agroalimentaires, système de connaissance et politique.

## **TS2: Boden und Umwelt – Organische Bodensubstanz, Treibhausgas-Emissionen und physikalische Bodenbelastungen**

**Frank Hagedorn**

Eidg. Forschungsanstalt WSL, Gruppe Waldböden und Biogeochemie, Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf

Der Boden steht in der Schweiz unter Druck. Er wird für den zunehmenden Flächenbedarf für Siedlungen verbraucht und versiegelt. Durch eine intensivere land- und forstwirtschaftliche Nutzung sind viele der Bodenfunktionen bedroht. Die thematische Synthese 2 «Boden und Umwelt» des NFP 68 richtet ihr Augenmerk auf die Rolle von Böden für die Umwelt mit den thematischen Schwerpunkten «organische Bodensubstanz», «Treibhausgasemissionen» und «physikalische Bodenbelastung».

Die Ergebnisse zeigen:

(1) In der Schweiz enthalten land- und forstlich genutzte Böden im Vergleich zu Nachbarländern grosse Mengen an organischer Bodensubstanz. Diese spielt als Lebensraum für Bodenorganismen, Speicher für Kohlenstoff, Nährstoffe und Wasser sowie als Filter für Schadstoffe eine zentrale Rolle für viele Bodenfunktionen. Die Schweizer Böden verlieren bei ackerbaulicher Nutzung und insbesondere durch die Entwässerung von Moorböden erhebliche Mengen an organischer Substanz. Dies deutet darauf hin, dass die Böden nicht nachhaltig genutzt werden und langfristig gefährdet sind. Aus dem Verlust organischer Bodensubstanz aus Moorböden resultieren die meisten CO<sub>2</sub>-Emissionen in der Schweizer Landwirtschaft. Der Klimawandel – höhere Temperaturen und verstärkte Trockenheit – führt voraussichtlich zu Kohlenstoffverlusten der Böden. Sie werden deshalb mehr CO<sub>2</sub> an die Atmosphäre abgeben.

(2) Die starke Düngung in Teilen der Schweizer Landwirtschaft führt nicht nur zur Auswaschung grosser Mengen an Nitrat und Phosphor, sondern auch zu hohen Emissionen des klimawirksamen Lachgases aus dem Boden.

(3) Die unangepasste Befahrung von Böden mit schweren Maschinen in der Landwirtschaft bewirkt eine meist irreversible Verdichtung von Böden. Auch bei der forstlichen Nutzung und bei Bautätigkeiten ist mit vergleichbaren, langfristigen Schäden zu rechnen. Forschungsprojekte des NFP 68 zeigen, dass gezielte Massnahmen, wie künstliche Makroporen – allerdings nur in begrenztem Mass – zur Regeneration der Böden beitragen können.

Massnahmen zum Bodenschutz müssen (i) in erster Linie auf den Erhalt der organischen Bodensubstanz abzielen, die eine fundamentale Bedeutung für die Bodenfunktionen hat. Dies gilt insbesondere für den Schutz von Moorböden, die durch Entwässerung bedroht sind. Organische Düngung erhöht zwar den Vorrat an organischer Bodensubstanz, vermag aber die nutzungsbedingten Kohlenstoffverluste aus Ackerböden nicht vollständig zu verhindern. (ii) Eine bessere Stickstoffeffizienz durch verminderte Stickstoffdüngung sowie die Integration von Leguminosen in die Fruchtfolge verbessern die Klimawirksamkeit von Schweizer Böden und senken die Belastung von Grund- und Oberflächengewässern. (iii) Bodenbelastungen, sei es durch Fremdstoffe oder durch Verdichtungen infolge unangepasster Bodenbefahrung, müssen vorbeugend vermieden werden. Dazu müssen die Richtlinien zum Schutz der begrenzten Ressource Boden konsequenter eingehalten und auch gegenüber anderen, meist wirtschaftlichen Interessen durchgesetzt werden.

Da es für die Entstehung von Boden Jahrtausende braucht, ist der Boden eine nicht erneuerbare Ressource. Er muss daher qualitativ und quantitativ geschützt werden. Allerdings fehlt im Gegensatz zur EU in der Schweiz bisher eine integrale rechtliche und politische Strategie zum nachhaltigen Umgang mit dem Boden.



## **TS4: Bodeninformationsplattform Schweiz (BIP-CH)**

**Armin Keller**

Agroscope, Nationale Bodenbeobachtung, Reckeholzstrasse 191, 8046 Zürich

Bodeninformationen beschreiben den Aufbau und die Eigenschaften der Böden in einem vertikalen Profil, ihre Qualität und Nutzungseignung und somit die Vielfältigkeit der Böden. Fundierte und flächendeckende Informationen zur Verteilung und zu den Eigenschaften von Böden sind für Bund, Kantone und Gemeinden unerlässlich, um die Nutzungsansprüche zur Sicherung der Ökosystemleistungen (ÖSL) des Bodens, insbesondere im Hinblick auf eine nachhaltige Nahrungsmittelproduktion und eine sichere Ernährung, effizient steuern zu können. Die thematische Synthese 4 (TS4) des NFP 68 «Bodeninformations-Plattform Schweiz» stellt den Kreislauf von Bodeninformationen dar: Der Bedarf an Bodeninformationen der verschiedensten Akteurinnen und Akteure und Politikbereiche muss bekannt sein, Normen und Erhebungsmethoden der Bodenkartierung müssen definiert und weiterentwickelt werden, das Datenmanagement in einem Bodeninformationssystem sowie Instrumente zur Auswertung und Beurteilung nutzerorientierter Fragestellungen müssen vorhanden sein. Die Haupteckdaten der TS4 lautet: Es braucht eine Bodeninformations-Plattform Schweiz (BIP-CH), welche die umfangreichen Bedürfnisse im Hinblick auf eine nachhaltige Nutzung und zum Schutz des Bodens in den einzelnen Politik- und Vollzugsbereichen künftig als Informations- und Serviceplattform für Bodeninformationen, Methoden für die Erhebung von Bodeninformationen und Instrumente für den Bodenschutz für die unterstützen kann. Die TS4 zeigt auf, wie die derzeit grossen Wissenslücken über Art, Umfang und Qualität der Böden in der Schweiz langfristig geschlossen werden können. Sie skizziert mögliche Wege und Handlungsfelder, wie eine BIP-CH aufgebaut werden kann, welche die notwendigen Planungsgrundlagen für eine langfristige und nachhaltige Nutzung der Ressource Boden sicherstellt.

## **Pioneer plants and earthworms strongly contribute to initial soil structure formation in the restored Thur River floodplain (NE Switzerland)**

**Andreas Schomburg**

Université de Neuchâtel, Institute de biologie, Rue Emile-Argand 11, 2000 Neuchâtel

Floodplains in Switzerland have crucially been affected by river corrections in the past 150 years. Aquatic and terrestrial biodiversity has dramatically been reduced and ecosystem services have strongly declined. To counteract this, Swiss government established numerous river restoration projects for the next decades. An efficient allocation of the available financial resources to restore biodiversity and other ecosystem services requires a solid understanding of soil formation processes in floodplains. Pioneer plant species and earthworms are efficient soil engineering organisms being able to efficiently structure soils. However, alluvial dynamics cause topsoil erosion and sediment deposition which constitute harsh conditions for plants and earthworms. The resilience of these organisms with regard to these dynamic conditions remains largely unexplored. In this study, we designed a controlled field experiment to develop a quantitative understanding of the controlling factors for soil formation processes. Plots were set up containing either pioneer plants, earthworms, both plants and earthworms and neither of them, and exposed to natural alluvial dynamics for 1.5 years. During the observation period, net sediment accumulation was measured after each flood event. After 1.5 years, one soil monolith was excavated per plot using the freeze-coring technique, allowing for a largely undisturbed soil core extraction. Additional soil samples were taken in nearby pits in predefined depths. Freeze cores were analysed using X-ray computed tomography to obtain soil structure in terms of macro-porosity, total length of the pore network and connectivity. Two major floods led to an average net sediment accumulation of 20 cm. Aggregate stability was significantly increased in plots containing plants, especially in the subsurface layer, and in earthworm casts collected from the soil surface. Macro-pore networks were the most developed in the second-most recent alluvial deposit down to 50 cm in depth, in the presence of plants. Earthworm activity was significantly lower and reached its peak at 20 ? 30 cm depth. Earthworms were thus less efficient with regard to a fast and quantitative contribution to structure. In this study, we emphasized the great contribution of pioneer plant species for initial soil structure formation in a restored floodplain using innovative measurement techniques which can help to improve management strategies for river and floodplain restoration projects.

## Pôle d'innovation pour la fertilité du sol : autodiagnostic et conseil

**Marina Wendling<sup>1</sup>, Edouard Cholley<sup>2</sup>, Raphaël Charles<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> FiBL Avenue des Jordils 3, 1004 Lausanne

<sup>2</sup> ProConseil Avenue des Sports 48, 1400 Yverdon-les-Bains

Les enjeux de la protection des sols agricoles sont importants pour la sécurité alimentaire et le bilan carbone. Une diminution de la matière organique et de la vie du sol peut entraîner l'érosion, la diminution de la fertilité à long terme et la libération de carbone.

Avant d'envisager toute mesure de protection du sol, des outils de diagnostic sont essentiels pour mesurer les risques encourus et gérer les problèmes identifiés en définissant des solutions techniques efficaces. Cependant, il existe un grand nombre d'outils qui traitent de la fertilité du sol et un choix doit être fait. La meilleure personne pour faire ce choix est l'agriculteur, tant en termes d'appropriation que de gain d'autonomie. D'autre part, tout diagnostic amène un besoin de conseil. Dans la double perspective de renforcer la capacité de diagnostic de la fertilité du sol et de prendre des mesures pertinentes pour sa protection, il vaut la peine d'envisager une démarche dite « ascendante » (« bottom up »).

C'est dans ce cadre que le projet « Progrès Biodivsol - Pôle d'innovation pour la fertilité du sol » a été lancé en 2017. Il est financé par le canton de Vaud (Service de l'agriculture et de la viticulture et la Direction générale de l'environnement) et conduit par le FiBL et ProConseil. Ce projet consiste, dans une démarche participative, à créer un réseau de 43 agriculteurs vaudois intéressés par la fertilité du sol. Il s'agit de les aider à échanger sur les priorités d'action, de les accompagner dans l'utilisation d'outils de diagnostic et de développer l'échange d'expériences entre paysans dans des cercles de travail. A terme, les agriculteurs seront plus autonomes dans la gestion de la fertilité des sols. A cette fin, un accompagnement scientifique et technique est assuré pour garantir la pertinence des outils, aider aux adaptations nécessaires pour les conditions locales et donner suite aux besoins de conseil et d'animation.

Le projet s'articule en deux pas de temps. Chaque année, un sujet consacré à la qualité du sol est travaillé dans des cercles de travail afin de disposer à terme d'un set d'outils d'autodiagnostic. Par ailleurs, un suivi de parcelles est fait sur 5 ans afin d'évaluer l'évolution des pratiques et de la fertilité du sol et ainsi disposer d'un réseau de référence. Ces deux démarches servent à renforcer la vulgarisation sur la thématique de la qualité du sol.

La première année du projet (2017) a permis de caractériser cinq parcelles par exploitation grâce à une analyse de sol. Cette analyse a été complétée par un bilan humique de l'ensemble de l'exploitation à l'aide du logiciel Humusbilanz. Les premiers résultats montrent que la fertilité des parcelles analysées, en termes de teneur en matière organique et de disponibilité en nutriments, est globalement satisfaisante voire bonne et que le bilan humique des exploitations est élevé. Ces résultats contredisent en partie les résultats plus mitigés d'autres réseaux et peuvent être expliqués par un réseau composé d'agriculteurs motivés par le sujet. Ils offrent des références de ce qui peut être atteint par des pratiques respectueuses du sol. Enfin, il a été montré que les analyses du passé sont difficilement utilisables pour suivre l'évolution de certains paramètres en raison de la diversité des méthodes d'analyse et d'interprétation utilisées pour les nutriments, et de la non-fiabilité des analyses tactiles ou visuelles parfois généralisées pour l'argile et la matière organique.

L'année 2018 se concentrera sur l'interprétation des analyses de 2017 et sur la pratique de profils de sol à différentes profondeurs.



## Unterschiede zwischen Boden und Sandfiltern in Strassenabwasser-Behandlungsanlagen

**Beatrice Kulli**

ZHAW, Institut für Umwelt und natürliche Ressourcen, Grüentalstrasse 14, 8820 Wädenswil

Boden- oder Sandfilter kommen sowohl im Siedlungsraum als auch bei der Versickerung von Strassenabwasser zum Einsatz, wenn es darum geht, mögliche Kontaminationen aus dem Wasser herauszufiltern. Sowohl die Filter- als auch die Stoffeigenschaften beeinflussen dabei die Reinigungsleistung eines Filters. In verschiedenen Richtlinien und Merkblättern gibt es Vorgaben für Tongehalte, Mächtigkeiten oder hydraulische Leitfähigkeiten von Filterschichten, die nicht in jedem Fall wissenschaftlich begründet sind. In unserem Forschungsprojekt wurde unter anderem die Reinigungsleistung von bepflanzten Boden- und Sandfiltern unterschiedlichen Alters untersucht und verglichen. Das eingeleitete Strassenabwasser enthält Komponenten die vom Pneu- oder Bremsabrieb stammen und organische Stoffe, aber auch Schwermetalle wie Kupfer oder Zink enthalten. Es ist davon auszugehen, dass die organischen Stoffe partikulär vorliegen und die Schwermetalle grösstenteils an diese Partikel gebunden sind.

Eine Strassenabwasser-Behandlungsanlagen (SABA) besteht normalerweise aus einem Absetzbecken, in dem sich ein Teil der eingetragenen Partikel absetzen, und dem Filterbecken, in das das Wasser nach dem Absetzbecken eingeleitet wird. Da die entwässerte Strassenfläche ein Mehrfaches der Filterfläche beträgt, wird die Regenmenge im Filterbecken aufkonzentriert und es herrschen bei der Versickerung oft gesättigte Bedingungen. Der Filter selber besteht aus einer mehrere Dezimeter dicken Boden- oder Sandschicht, gefolgt von einer Schicht aus Kiessand. Der Ausfluss der Anlagen wird gesammelt und kann bei Bedarf analysiert werden. Die Anlagen sind mit Schilf oder Gras bewachsen.

In unserem Teil der Untersuchungen wurde an verschiedenen Stellen im Filterbecken die gesättigte hydraulische Leitfähigkeit gemessen. Dem dazu verwendeten Wasser war ein Farbtracer beigemischt, der die Fliesswege des infiltrierenden Wassers im Boden einfärbte. Anschliessend wurden senkrechte Profile gegraben. In den Profilen wurden mit einem portablen XRF-Messgeräts Schwermetallkonzentrationen gemessen und die Fliesswege des Wassers angeschaut und bewertet.

Die gemessenen  $k_{sat}$ -Werte weisen wie bei natürlichen Böden üblich eine gewisse Heterogenität auf, zeigen aber im Wesentlichen gute Durchlässigkeiten im angestrebten Bereich. Es gibt Hinweise auf eine leichte Abnahme der gesättigten Wasserleitfähigkeit mit zunehmender Betriebsdauer der Anlagen. Die Tracerversuche zeigen mehr präferenziellen Fluss in Bodenfiltern als in Sandfiltern. Dieser geht einher mit einer stärkeren Verlagerung von Partikeln und Schwermetallen. Auch Sandfilter entwickeln mit zunehmender Betriebsdauer heterogenere Infiltrationsmuster. Diese Heterogenität ist auf eine Zunahme der Durchwurzelung zurückzuführen. Bei sehr gering mächtigen Boden- oder Sandschichten erreichen die Schilfwurzeln unter Umständen die Grenze zum Kiessand. Da verrottende Schilfwurzeln längerfristig zu zusätzlichem präferenziellem Fluss führen könnten, empfehlen wir, die oberste Boden- oder Sandschicht bedeutend mächtiger zu machen als die erwartete Tiefe der Schilfwurzeln.

Grundsätzlich sind die Sandfilter gut geeignet, um die meist partikulär vorliegenden Schadstoffe, welche in Strassenabwasser-Behandlungsanlagen vorliegen, herauszufiltern. Die mechanische Filterung ist im Sand effektiver als im Boden, da der Boden eher präferenzielle Fliesswege aufweist. Die Möglichkeit der Adsorption gelöster Stoffe an Tonminerale, welche bei Bodenfiltern stärker ausgeprägt wäre, bietet offenbar keine zusätzlichen Vorteile.

## Einsatzmöglichkeiten von Smart Farming-Technologien

**Martin Bertschi**

Strickhof, Eschikon 21, CH-8315 Lindau

Die digitale Transformation macht auch vor der Schweizer Landwirtschaft nicht halt. Technologien wie Melk- und Fütterungsroboter, Tierüberwachung und Klimaautomatik haben in modernen Ställen Einzug gehalten. In der Ausenwirtschaft können Sensoren den Pflanzenzustand messen und geben Informationen an Düngerstreuer oder die Pflanzenschutzspritze weiter, welche dann teilflächenspezifische Korrekturen der Ausbringmenge vornehmen können. Parallelfahrer und zunehmend auch autonome Fahrzeuge, Satelliten oder Drohnen werden eingesetzt um den Fahrer bei monotonen Arbeiten zu entlasten oder um wichtige Informationen zu sammeln. Doch welche dieser Technologien haben Marktreife erreicht und können für den praktischen Einsatz empfohlen werden? Welche Anforderungen stellt die moderne Landwirtschaft an die Digitalisierung und die mit ihr einhergehenden Datenflüsse?

Aktuell wird in der Schweiz durch Landwirte, Lohnunternehmen und öffentliche Institutionen die Entwicklung vieler digitalen Technologien mit Interesse verfolgt und getestet. Die Meisten werden allerdings noch als zu teuer im Verhältnis zum Nutzen eingestuft oder laufen noch nicht zuverlässig. Bei der Anwendung der Smart Farming Tools gibt es derzeit noch viele Kommunikationsprobleme zwischen Anwendungen verschiedener Hersteller. Die Stabilität und Geschwindigkeit der Kommunikationsinfrastruktur ist nicht überall gegeben. Neben der technischen Machbarkeit und der Finanzierbarkeit, ist für die landwirtschaftliche Praxis auch die Datensicherheit und -hoheit von zentraler Bedeutung. Eine intelligente Verknüpfung von der Datenerfassung und -analyse bis hin zur automatisierten Entscheidungshilfe und der Arbeitsausführung, ist auf den Landwirtschaftsbetrieben derzeit weitgehend inexistent. Obwohl viele Ansätze vorhanden sind, ist der Schritt zu Smart Farming im Sinne einer digitalisierten Landwirtschaft 4.0 noch nicht vollzogen.

Eine neutrale, nationale Smart Farming Plattform könnte zur administrativen Vereinfachung beitragen. Gleichzeitig böte eine solche die Möglichkeit, durch gezieltere und verbesserte Datennutzung und Beratungsfunktionen die Digitalisierung auf den Betrieben voranzutreiben. Der Aufbau einer entsprechenden Plattform ist durch die neu gegründete Barto AG in Planung. Branchenpartner sollen die Möglichkeit erhalten, sich als Mitglied in einem Smart Farming Verein an der Plattform zu beteiligen. Um die hohen Investitionskosten decken und die Neutralität sicherzustellen zu können, ist eine breite Kooperation von Branchenpartner nötig und angestrebt.

**Schlüsselwörter:** Präzisionslandwirtschaft, Digitale Landwirtschaft, Landwirtschaft 4.0, Smart Farming, Farmmanagement-Informationssystem, Schweizer Landwirtschaft

**Keywords:** Precision farming, precision agriculture, farming 4.0, smart farming, digital farm-ing, farm management information system



## Impact des néonicotinoïdes sur le collembole *Folsomia fimetaria* dans les sols agricoles

**Gilda Dell'Ambrogio**

Centre Ecotox, EPFL ENAC IIE-GE, GR B0 391/392, Station 2, CH-1015 Lausanne

Les néonicotinoïdes sont la classe d'insecticides la plus utilisée au niveau mondial. Leur succès est dû à leur haute toxicité pour les invertébrés, la protection systémique et à long terme de la plante et la polyvalence dans l'application (traitement des semences/du sol, spray, injection dans la plante), associées à une utilisation de type prophylactique. Par conséquent, ces pesticides sont largement utilisés en agriculture. Leur utilisation est aujourd'hui remise en cause en raison de leur impact sur divers groupes d'organismes non-cibles, en particulier sur les abeilles mellifères et autres pollinisateurs, mais également les vertébrés. Du fait de leur application à large échelle, leur persistance dans le sol et leur mobilité, ces substances sont omniprésentes dans l'environnement, menaçant ainsi la biodiversité et les services écologiques associés. En Suisse, cinq classes de néonicotinoïdes sont actuellement homologuées en agriculture et sont fréquemment utilisées pour traiter les semences de plusieurs variétés végétales, comme par exemple les betteraves, le colza et divers types de céréales. Toutefois leur impact sur les organismes du sol reste mal connu, et particulièrement l'effet des mélanges de pesticides (effet « cocktail »). Nous avons évalué l'impact des néonicotinoïdes dans les sols agricoles en utilisant le test écotoxicologique standardisé sur la reproduction du collembole *Folsomia fimetaria*. Le collembole est considéré comme étant un bon modèle pour l'évaluation de la toxicité des insecticides sur les arthropodes du sol. La toxicité de composés présents sur le terrain a d'abord été évaluée par exposition de *F. fimetaria* dans des échantillons de sol provenant de plusieurs exploitations suisses à production conventionnelle et intégrée. Ensuite, les valeurs de toxicité des trois principaux néonicotinoïdes (imidaclopride IMD, clothianidine CLO et thiaméthoxame THX) ont été évaluées, par la contamination d'un sol agricole de référence (LUFA 2.2) à des gammes de concentrations préalablement définies (« spiking »). Un mélange d'IMD et CLO a également été testé pour évaluer l'impact d'un « cocktail ». Les concentrations effectives en néonicotinoïdes des sols utilisés ont enfin été mesurées pendant les tests. La présence des néonicotinoïdes a été détectées dans tous les champs et souvent hors culture, supportant l'hypothèse d'une persistance dans le sol et d'une dispersion hors du champ pendant l'application. Toutefois, les bioessais sur ces échantillons de sol n'ont montré aucun effet significatif des néonicotinoïdes sur la reproduction et la mortalité de *F. fimetaria* à court terme (21 jours). Toutefois, quelques concentrations détectées sur le terrain étaient proches des valeurs toxiques calculées par le spiking, notamment lorsque l'effet d'un mélange était pris en compte. Les concentrations obtenues ayant 10 et 50% d'effet (EC10/LC10 et EC50/LC50) ont montré en général une toxicité plus forte que celle trouvée dans la littérature. Le modèle d'addition des concentrations a permis de prédire l'effet du mélange des deux néonicotinoïdes, bien que sous-estimant légèrement leur toxicité. Une première évaluation de risque basique, comparant les EC10/LC10 avec les concentrations en néonicotinoïdes mesurées sur le terrain, suggère que l'application courante de ces insecticides dans les cultures agricoles pose un risque potentiel sur la survie et la reproduction de *F. fimetaria*. Notre étude met en évidence que les néonicotinoïdes sont présents dans les sols agricoles en quantités importantes, pouvant poser un risque pour *F. fimetaria*. L'observation d'une toxicité plus élevée ainsi que d'un effet cocktail confirme que l'impact environnemental de ces pesticides est encore mal connu et sous-estimé.

## Microplastic in soils: Method development and application to Swiss flood-plain soils

**Moritz Bigalke**, Michael Scheurer

Geographic Institute, University of Bern, Switzerland

Significant amounts of microplastics (MP) end up in soils by littering, sewage sludge and compost application, the use of plastic foils in agriculture, irrigation, atmospheric deposition and many other sources. These MP are known to have toxic effects on soil organisms, and to enter the human food chain. However, knowledge about the occurrence of MP in soils is still very limited. One reason for this lack of information might be analytical complications in soils compared to aquatic systems.

We developed a method, which allows the analysis of microplastics in soils in a relatively time and cost-effective way. The soils were sieved to 1 mm and extracted in NaCl (density 1.2 kg L<sup>-1</sup>). The samples were density separated by centrifugation and the supernatant was treated with concentrated HNO<sub>3</sub> on a hotplate to digest organic matter, which was extracted together with the plastic. After digestion, the remaining sample was centrifuged for a second time, rinsed with ultrapure water over a 0.2 µm Anopore filter (Alumina based membrane) and finally analysed on a FTIR microscope in transmission mode. The recovery rate of the microplastic was tested. Its result is around 97 % (particle size 0.5 mm – 1 mm), the use of the HNO<sub>3</sub> attacks PET and ABS but did not affect the other plastics. Because of blank issues with very small microplastics, only particles in the size range 150-1000 µm were analysed. The analysis allowed for the determination of particle size and the kind of plastic. The optical analysis of the filters showed that some mineral substance (probably clay minerals) were deposited together with the plastic on the filters, which however does not affect FT-IR analyses.

The method was applied to analyse 29 floodplain soils, spread all-over Switzerland. We found evidence that 90% of Swiss floodplain soils contain MP. The highest MP concentrations were associated with mesoplastics (5 mm–2.5 cm diameter), indicating plastic waste as source. Furthermore, MP concentration was correlated with the population of the catchment (Figure 1). The wide distribution of MP, their presence in remote unsettled high mountain areas indicate that MP enter soils via diffuse aeolian transport. This assumption is supported by the decoupling of mesoplastic and MP compositions, and the dominance of MP by small (<500 µm diameter) particles, in areas without mesoplastic.

## A new national grassland map and its relevance for soil erosion risk modeling in Switzerland

Simon Schmidt<sup>1</sup>, Christine Alewell<sup>1</sup>, Katrin Meusburger<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Environmental Geosciences, University Basel, Bernoullistrasse 30, 4056 Basel, Switzerland (si.schmidt@unibas.ch)

<sup>2</sup> Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research WSL, Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf, Switzerland

Switzerland is a country dominated by grassland. Grasslands cover about 28% of the territory and 72% of the total agricultural area (Jeangros and Thomet, 2004). However, beyond these estimates, a national grassland mapping does not exist yet for Switzerland. We developed a national grassland map to assess the national extent of grasslands and to apply it to soil erosion risk modeling. The map is based on an intersection of three datasets (Climate Change Initiative Land Cover CCILC, SwissTLM3D, and vector25). We refined the grassland class of the coarse CCILC map of 2015 (spat. res. 300 m) by clipping it with landscape elements of the high spatial resolution Swiss topographical landscape models. Detailed information about the spatial patterns of grassland is of high relevance as baseline data for different research disciplines (e.g., alpine research, nature conservation, ecology, soil science, agronomy, hydrology). The following prediction of soil erosion risk of grasslands in Switzerland is among the fields of application of a grassland map. Soil erosion of Swiss grasslands is expected to be highly dynamic within a year. That seasonality results from the variations in rainfall erosivity (R-factor) and the influence of the plant growth cycle for the crop and management factor (C-factor). Soils are getting more prone to erosion as the vegetation cover decreases and rainfall intensity increases. In general, C-factors can vary between 0.0001 for forests and 1 for bare soil. To assess the site-specific C-factor for Swiss grasslands, we derived monthly soil loss ratios SLR (expressed as the relative erosion susceptibility of a particular plant development stage) and weighted them with the corresponding rainfall patterns (R-factor ratios). SLRs with a high spatial and temporal resolution are determined by a combination of different remote sensing data. The high spatial resolution SLRs are related to the fraction of green vegetation cover (FGVC) which are extracted by linear spectral unmixing from a national orthophoto (Swissimage FCIR, spat. res. 0.25 m). The FGVC is intersected with the high temporal (but low spatial) resolution dataset of the Copernicus FCover (2014-2016, temp. res. 10 days) to result in spatio-temporal SLR maps. The approach resulted in an annual average of the crop and management factor of 0.012 for Swiss grasslands. The average value corresponds with the monthly C-factor of the month October. C-factors in summer are up to 8 times higher than in winter due to varying influence of rainfall erosivity and vegetation cover throughout the year. Protection of grassland soils by plant cover is relatively low in winter, but simultaneously soils are affected by only very low rainfall erosivity. Spatially, the C-factors show a dependency with altitude. Highest values throughout the year are estimated in the alpine zone (>2300 to 2700 m a.s.l.). The mitigation potential of soil erosion particularly relies on the C-factor since the R-factor is climate driven and not directly to be altered by human interventions. The pastures of Switzerland are of particular interest since grazing might degrade soil functions and stability and have an impact on soil cover. Usually, grazing takes place during the most susceptible season. This first national grassland map can be used as the basic data for assessing the risk of soil erosion of grassland with special emphasis on Alpine environments.

## **Notwendigkeit zur Verbesserung der langfristigen Ertragssicherheit der ackerbaulich genutzten entwässerten Moorböden im Drei-Seen-Land**

**Peter Thomet**

Pro Agricultura Seeland

Das Drei-Seen-Land, von der Orbe-Ebene bis nach Solothurn ist mit Abstand das grösste und fruchtbarste Landwirtschaftsgebiet der Schweiz und besonders wichtig für die nationale Ernährungssicherheit. Grosse, noch nicht überbaute Ebenen und viel Wasser sowie die Infrastruktur der Ernährungswirtschaft stehen hier zur Verfügung. Damit diese Funktion auch künftig gesichert werden kann, ist Handlungsbedarf gegeben; denn pro Einwohner stehen in der Schweiz nur noch sehr wenig produktive Ackerböden zur Verfügung. Die Ertragssicherheit der Böden ist wegen sich häufender Wetterextreme, zu viel Wasser in zu kurzer Zeit und Hitzeperioden mit grossem Wasserbedarf für die Kulturpflanzen, gefährdet. Die drainierten organischen Böden im Grossen Moos, der Plaine de l'Orbe und im Limpachtal haben sich nach den Juragewässerkorrekturen wie erwartet ungleichmässig abgesenkt und sind infolge der Mineralisierung dichter geworden, was zu länger dauernden Vernässungen in den Senken und zu Ertragsausfällen führt. Die heute hohe Fruchtbarkeit der organischen Böden kann nur erhalten werden, wenn in den nächsten Jahren grossflächige Bodenverbesserungsmassnahmen geplant und umgesetzt werden. Die landwirtschaftliche Praxis zeigt, dass es möglich ist, mit kulturtechnischen Massnahmen nachhaltig produktive Folgeböden zu schaffen. Dies geschieht mit Terrainpassungen, Einbau von geeignetem Bauaushub, Durchmischen von Bodenschichten und Homogenisierung der Bodenart innerhalb von Parzellen. Im von der PAC beantragten Bodenverbesserungsprojekt sollen diese Verfahren in den nächsten Jahren gestützt auf die laufende Bodenkartierung Grosses Moos wissenschaftlich geprüft und durch Investitionen in F & E weiterentwickelt werden. Gestützt auf die erarbeiteten Erkenntnisse muss die heutige Vollzugspraxis der gesetzlichen Rahmenbedingung dringend angepasst und optimiert werden. Der am 24. Sept. 2017 vom Volk und den Ständen mit grossem Mehr angenommene Verfassungsartikel 104a «Ernährungssicherheit» verpflichtet den Bund, die Kantone und Gemeinden dazu, die Verantwortung für die gestellte Aufgabe zu übernehmen und aktiv zu werden. Die überregionale Aufgabe ist nur als nationales Grossprojekt, als «Dritte» Juragewässerkorrektur unter Führung des Bundes, realisierbar. Die fünf betroffenen Kantone BE, FR, NE, SO, VD sind vom Bund in Koordination, Kommunikation und Finanzierung über die Sprach- und Kantonsgrenzen hinweg zu unterstützen. Der Einbezug aller Betroffenen zur Erarbeitung einer ganzheitlichen Lösung stellt eine grosse Herausforderung dar, die nur gemeinsam und mit einem partizipativen Vorgehen gelingen kann. Die Eigentümer von Grund und Boden sind als wichtigste Partner wahrzunehmen.

## Poster 1

# Soil erodibility assessment for Switzerland based on the first LUCAS topsoil sampling including alpine soils

Simon Schmidt<sup>1</sup>, Christine Alewell<sup>1</sup>, Cristiano Ballabio<sup>2</sup>, Panos Panagos<sup>2</sup>, Katrin Meusburger<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Environmental Geosciences, University Basel, Bernoullistrasse 30, 4056 Basel, Switzerland (si.schmidt@unibas.ch)

<sup>2</sup> Joint Research Centre of the European Commission, Institute for Environment and Sustainability, Via E. Fermi 2749, 21027 Ispra, Italy

<sup>3</sup> Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research WSL, Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf, Switzerland

In 2015, Switzerland joined the European topsoil sampling Land Use/Cover Area frame Survey (LUCAS) and contributed 160 forest and grassland soil samples. For the first time, topsoils from high alpine locations above 1500 m a.s.l. (n=39) were additionally sampled. Thus, the Swiss LUCAS dataset is unique in considering alpine soils and enables inter alia the derivation of soil parameters by digital soil mapping on a national scale with special emphasize on mountain areas. One of the outcomes originating from the dataset is a national soil erodibility (USLE K-factor) map for Switzerland. Soil erodibility is a crucial factor in determining soil loss rates. So far, soil erodibility had been assessed for 28 European countries excluding Switzerland (with the exception of an extrapolated map, which was not based on Swiss data). By the recent Swiss participation in LUCAS, K-factors could newly be computed for each sample site by the measured soil texture, soil structure, and soil organic content in combination with permeability (derived from the European Soil Database). For regionalization to a national scale, we used cubist regression to interpolate the erodibility values with explanatory covariates like vegetation indices and reflectance data from the Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer MODIS, terrain features (e.g., elevation, slope, base level of streams) from the Shuttle Radar Topography Mission SRTM and spatial coordinates. Additionally, residuals were interpolated with multilevel B-splines to minimize the prediction errors. The model was validated with a bootstrapped cross-validation of 100 repetitions. 1638 LUCAS points from the surrounding Alpine countries were included in the modeling to better predict particularly the border areas of Switzerland. According to the interpolation, the average Swiss K-factor is low to medium (0.0327 t ha h ha<sup>-1</sup> MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>) with an RMSE of 0.0048 t ha h ha<sup>-1</sup> MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>. The mean certainty for the predicted K-factors is 87%. The K-factors have a slightly positive altitudinal gradient from 0.0308 t ha h ha<sup>-1</sup> MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> (low soil erodibility) in the montane zone (800-1800 m a.s.l.) to a maximum of 0.0404 t ha h ha<sup>-1</sup> MJ<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup> (moderate soil erodibility) in the nival zone (>3100 m a.s.l.). An incorporation of the stoniness cover reduces the soil erodibility of Switzerland by 8.2%. A comparison of two Swiss soil erodibility maps, the presented one with interpolated Swiss LUCAS samples and the extrapolated one without Swiss samples, revealed high deviations in the Alps. We can conclude that a well-distributed sampling network, extended even to mountain regions (>1500 m a.s.l.), increases the mapping accuracy. The national K-factor map of Switzerland is of high relevance not only for assessing the soil erosion risk of Switzerland with a particular emphasis on the mountainous regions but also has an intrinsic value of its own for specific land use decisions, soil and land suitability assessments and soil protection.

## Poster 2

# Swissoil, une plate-forme didactique et intégrative en science du sol

**Fanny Viret**

Université de Lausanne

SWISSOIL est une plate-forme pédagogique basée sur l'observation directe de sols au sein de leur environnement naturel ou anthropisé. Le projet comprend cinq fosses pédologiques permanentes établies fin 2016 sur la colline de Dorigny, ainsi que des carrés permanents pour le relevé de la végétation mis en place aux abords des fosses au printemps 2017 et finalement un site wordpress comme support didactique qui sera publié fin décembre 2017. L'objectif premier de Swissoil est de permettre aux étudiants de développer leur compétences de pédologues à leur rythme en se confrontant à leur objet d'étude, le profil de sol, dans son contexte naturel. Mais Swissoil s'adresse aussi de manière plus générale à la communauté scientifique ainsi qu'au grand public curieux d'en apprendre plus sur les sols de cette colline. Ce projet a aussi pour but de mettre en avant et d'informer sur les services écosystémiques joués par les sols et la faune qu'ils renferment et qui contribuent à la filtration de l'eau, la production de nourriture, le recyclage des nutriments et éléments, la séquestration du carbone, etc., ainsi que sur la biodiversité incroyable qu'ils recèlent, trop souvent méconnues, et impactées par l'homme et ses actions. Le site web multimédia d'accès libre fournit un guide d'observation et d'interprétation des profils de sol et rassemble toute une série de données et de fiches descriptives et informatives pertinentes pour comprendre la nature et évaluer la qualité des sols et leur biodiversité. Fiches pédologiques, formes d'humus, relevés de végétation, identification de la faune épigée et endogée ainsi que résultats d'analyses physico-chimiques accompagnent le voyage du lecteur au travers de la plate-forme. Des vidéos explicatives agrémentent le site et emmène l'observateur à la découverte du projet, des fosses et de leur histoire de manière agréable et visuelle. Des quizzes de différents niveaux sont aussi disponible et rendent le site d'autant plus ludique et interactif. Swissoil se veut donc un projet intégratif qui réunit des disciplines spécifiques et inhérentes à la pédologie tel que la géologie et géomorphologie des formations superficielles, la botanique ainsi que la biologie et microbiologie caractéristiques des sols. Ce projet permet une valorisation directe et un accès inédit aux sols de notre campus appuyé par des ressources didactiques numériques permettant une observation et interprétation de haut niveau des profils pédologiques. Grâce à Swissoil, la colline de Dorigny est une exhibition permanente d'histoire naturelle in situ !

### Poster 3

## Agrarumweltindikator Erosionsrisiko

**Volker Prasuhn, Silvio Blaser**

Agroscope, Reckenholzstrasse 191, 8046 Zürich, Schweiz

Die Nachhaltigkeit der Landwirtschaft wird anhand verschiedener Agrarumweltindikatoren (AUI) ermittelt. Seit 2009 werden in einem Betriebsnetz für die AUI relevante Daten erhoben, gesammelt und ausgewertet. Dadurch lassen sich Aussagen über den Einfluss der Landwirtschaft auf die Umwelt sowohl auf Betriebsebene als auch auf regionaler Ebene machen. Die Daten werden von den Landwirten in AGRO-TECH, einer für die ZA-AUI angepassten Software, erfasst. Beim AUI Erosionsrisiko wird der Bewirtschaftungs- und Bodenbearbeitungsfaktor der „Allgemeinen Bodenabtragungsgleichung“ (C-Faktor), dem weltweit verbreitetsten Erosionsmodell, in einer an schweizerische Bedingungen angepassten Version ermittelt. Die Berechnung erfolgt pro Parzelle und wird zu einem flächengewichteten Betriebswert verrechnet. Daten zu Vorkultur, Zwischenkultur und Hauptkultur jeder Parzelle werden aus den Betriebsdaten aus AGRO-TECH eingelesen. Die Berechnung erfolgt immer vom 1.7. des Vorjahres bis zum 30.6. des Hauptjahres (365 Tage). Es werden Standardwerte zum Datum für Bodenbearbeitung, Saat- und Erntezeitpunkt (Kulturkalender) sowie zu den relativen Bodenabträgen (RBA) jeder Kultur verwendet, anschliessend werden Kulturkalender, RBA und Verteilung der Erosivität der Niederschläge im Jahr miteinander verknüpft. Sieben verschiedene Varianten für die Winterperiode (Hauptkultur, Zwischenkultur, Stoppelbrache, Schwarzbrache etc.) und vier verschiedene Bodenbearbeitungsverfahren (Pflug, pfluglos, Mulchsaat, Direkt- bzw. Streifensaar) können berücksichtigt werden. Korrekturfaktoren für hohen Blattfruchtanteil in der Fruchtfolge, Getreideanbau nach Wurzelfrucht und Kunstwiese als Vorkultur sind möglich. Die berechneten C-Faktoren liegen für die Jahre 2009 bis 2016 für jeweils rund 300 Betriebe vor und werden - aufgesplittet nach 10 Betriebstypen - für die landwirtschaftliche Nutzfläche und für die Ackerfläche der Betriebe gezeigt. Die höchsten C-Faktoren und damit das grösste bewirtschaftungsbedingte Erosionsrisiko zeigen die Ackerbaubetriebe und die Betriebe mit Spezialkulturen. Im Vergleich zum Ausland ist das bewirtschaftungsbedingte Erosionsrisiko aber im Mittel relativ niedrig.



## Poster 4

# Karte potentieller Feucht-(Acker-)Flächen in der Schweiz

**Volker Prasuhn**, Erich Szerencsits, Gregory Churko, Felix Herzog, Christoph Utiger, Thomas Walter, Urs Zihlmann, Anja Gramlich

Agroscope, Reckenholzstrasse 191, 8046 Zürich, Schweiz

Potentielle Feuchtflächen (FFpot) sind Flächen, die aufgrund von Standorteigenschaften wie Boden, Geologie, Relief oder Niederschlag permanent oder periodisch von Grund-, Hang- oder Stauwasser stark beeinflusst sind und somit eine erhöhte Wahrscheinlichkeit für Vernässung aufweisen. Ackerflächen mit Feuchtflächen-Potential (FAFpot) sind Flächen, die gemäss Arealstatistik aktuell als Acker genutzt werden und aufgrund ihrer Standorteigenschaften eine erhöhte Wahrscheinlichkeit für Vernässung aufweisen. Da weder die Lage bestehender feuchter Ackerflächen bekannt ist, noch die Flächen bekannt sind, die Potential zur Vernässung haben, aber zwischenzeitlich vielleicht entwässert oder anderweitig verändert wurden, wurden verschiedene digitale Datensätze aufbereitet und mittels GIS zusammengeführt. Dadurch entstand eine Potentialkarte, die aufzeigt, wo in der Schweiz FF und FAF vorkommen könnten. In einer ersten Teilsynthese wurden die aufbereiteten Daten aus inventarisierten Feuchtgebieten, kantonalen Bodenkarten, Drainagekarten, geologischen Karten, Karten historischer Feuchtgebiete und der Bodeneignungskarte bewertet, überlagert und in einer Potentialkarte für Feuchtflächen dargestellt. Hohe Priorität bei der Bewertung wurde den kantonalen Bodenkarten eingeräumt. Aus den verfügbaren digitalen Bodenkarten im Massstab 1:50'000 bis 1:500'000 verschiedener Kantone wurden die Angaben zum Bodenwasserhaushalt (WH) in 13 Klassen eingeteilt und für die Beurteilung potentieller Feuchtflächen herangezogen. Diese 13 WH-Klassen wurden in drei WH-Bewertungen zusammengefasst: +1 (Potential für FF vorhanden), 0 (Potential für FF möglich) und -1 (Potential für FF wenig wahrscheinlich). Landesweit konnten so aufgrund der Bodeneigenschaften 411'263 ha bewertet werden. In einer zweiten Teilsynthese wurden Reliefparameter zusammengeführt und in einer reliefbasierten Potentialkarte für Feuchtflächen abgebildet. Beide Teilsynthesekarten wurden kombiniert und die Karte potentieller Feuchtflächen (FFpot) der Schweiz erstellt. Aus dieser Karte wurden die Ackerflächen gemäss Arealstatistik extrahiert und die Karte 'Ackerflächen mit FF-Potential (FAFpot)' der Schweiz erstellt. Aufgrund der Boden/Geologie-Parameter wurde im offenen Kulturland bis zur Baumgrenze insgesamt eine Fläche von rund 250'000 ha (17%) mit einem vorhandenen FF-Potential beurteilt. Von dieser Fläche wurden basierend auf den Relief/Niederschlagparametern 12% mit einem hohen Potential eingestuft. Weiter weist eine Fläche von rund 25'000 ha (2%) gemäss Relief/Niederschlag ein hohes Potential auf, wobei die Boden/Geologie-Parameter das Potential als mittel oder unsicher einstufen. Von den ackerbaulich genutzten Flächen weist eine Fläche von rund 70'000 ha (18%) ein FF-Potential aufgrund der Boden/Geologie-Parameter auf, wovon 30% in den Relief/Niederschlag-Parametern ebenfalls hohes Potential anzeigen. Die Fläche, die gemäss Relief/Niederschlag-Parametern hohes Potential hat, aber von Boden/Geologie-Parametern als mit mittlerem oder unsicherem Potential eingestuft wird, beträgt rund 15'000 ha (4%). Die Karte stellt eine Übersicht und Planungshilfe dar. Für konkrete Massnahmenplanungen etc. ist zwingend eine detaillierte Beurteilung der lokalen Standortgegebenheiten nötig.



## Poster 5

# Influence du taux d'humidité du sol sur l'activité alimentaire des vers de terre et des enchytréides par la méthode « bait-lamina »

**Gilda Dell'Ambrogio**

Centre Ecotox EAWAG / EPFL

L'activité alimentaire des organismes du sol diminue en général à cause des perturbations liées à l'activité humaine (p. ex. contamination, compaction), mais est également influencée par des paramètres abiotiques, tels que l'humidité du sol. Le test « bait-lamina » est une méthode simple et fonctionnelle qui permet de mesurer l'activité alimentaire des invertébrés du sol sur le terrain et au laboratoire, par l'évaluation de la disparition d'appâts organiques. Cet essai peut être utilisé pour évaluer l'effet de polluants dans un sol ou pour en suivre la qualité biologique à long terme. Cependant, l'influence de la teneur en eau du sol sur les résultats du test est encore peu décrite. Le but de cette étude était de caractériser la relation entre le taux d'humidité du sol et l'activité alimentaire d'un ver de terre épigé (*Eisenia andrei*) et d'un enchytréide (*Enchytraeus albidus*). Les deux espèces ont été exposées en laboratoire à une gamme croissante de taux d'humidité, en utilisant le sol naturel LUFA 2.2 comme substrat. L'activité a été évaluée par la méthode bait-lamina, au bout de 2 jours pour *E. andrei* et 12 jours pour *E. albidus*. L'activité alimentaire a augmenté en parallèle avec le taux d'humidité jusqu'à atteindre un pic, situé autour de 60% de la capacité maximale de rétention en eau du sol (WHC) pour les vers de terre et 60-70% de la WHC pour les enchytréides. De plus, les vers de terre étaient plus rapides à consommer les appâts. L'augmentation de l'activité alimentaire jusqu'à cet optimum était bien décrite par une régression linéaire, ayant une pente similaire pour les deux espèces. Le taux d'humidité auquel l'activité était maximale était proche de la capacité au champ pour un sol appartenant à la même classe de texture que le LUFA 2.2. Pour des teneurs en eau plus élevées que cet optimum, l'activité alimentaire était réduite et ne semblait pas dépendre de l'humidité du sol. Nos résultats ont montré que le test bait-lamina en laboratoire est une méthode facile et efficace pour évaluer l'activité alimentaire de certains organismes du sol. Ils ont également permis d'établir un premier modèle décrivant l'influence du taux d'humidité sur l'activité alimentaire pour deux espèces d'oligochètes. L'utilisation de tel modèle pourrait améliorer l'interprétation de la réponse du test bait-lamina, dans le cas d'une étude sur le terrain.

## Poster 6

# Transdisziplinäre Forschungen zur nachhaltigen Ressourcen-nutzung am Geographischen Institut der Universität Bern

**Chinwe Ifejika Speranza**

Universität Bern

Dieses Poster gibt einen Überblick über die bisherige transdisziplinäre Forschung der Abteilung Integrative Geographie (AIG) der Universität Bern im Bereich der nachhaltigen Ressourcennutzung, insbesondere der Bodenbewirtschaftung. Im Zentrum stehen die inter- und transdisziplinären Implikationen, welche sich ergeben, wenn sich die Forschung auf eine partnerschaftliche Zusammenarbeit mit der Praxis einlässt. Die AIG fokussiert auf Nachhaltigkeitsforschung im Bereich natürlicher Ressourcen sowie im Bereich sozioökonomischer Entwicklung. Die Forschungsgruppe Sustainable Land Management (nachhaltige Ressourcennutzung) konzentriert sich dabei auf die nachhaltige Bewirtschaftung von Land und natürlichen Ressourcen; wovon die nachhaltige Nutzung von Boden und Wasser in der Lehre wie in der Forschung einer der Hauptfeiler ist. Wir zeigen auf, wie uns Prinzipien gemeinsam ausgehandelter Problemdefinitionen, die Integration von System-, Ziel- und Transformationswissen und das gemeinsame Lösungsverständnis bei der Forschung und Lehre der nachhaltigen Bodennutzung leiten, und wir illustrieren dies anhand konkreter Beispiele. Wir zeigen, welche Chancen und Risiken mit der Anwendung der oben genannten Prinzipien verbunden sind, wenn sie in Zusammenarbeit mit Bundesämtern, kantonalen Bodenschutzfachstellen, sowie mit Gemeinden und Bauern angewandt werden. Wir zeigen auch auf, welche Beiträge solche Forschungen zu den wissenschaftlichen Debatten und zur praxisorientierten Umsetzung von Bodenschutzmassnahmen leisten können. Die Abteilung arbeitet seit mehr als 10 Jahren in transdisziplinären Projekten, in welchen Bachelor-, Master- und Doktorarbeiten integriert waren, eng mit Bundesämtern, kantonalen Bodenschutzfachstellen sowie mit Gemeinden und Landwirten zusammen. Wir zeigen unsere bisherigen inter- und transdisziplinären Forschungsprojekte, welche Anwendungen in der Praxis gefunden haben. Dazu gehören an erster Stelle die in Zusammenarbeit mit Agroscope, Bundesamt für Landwirtschaft und Bundesamt für Umwelt entwickelten Erosionsrisiko- und Gewässeranschlusskarten. Durch dieses Poster hoffen wir eine Diskussion anzustossen, wie die Zusammenarbeit zwischen Forschung und Praxis verstärkt werden kann, um die Herausforderungen der nachhaltigen Bodennutzung gemeinsam anzugehen.

## Poster 7

# Einfluss der Tageszeit auf die angezeigten Tensiometerwerte

**Valerio Volpe**, Luzius Jean Petit Matile

ZHAW, Institut für Umwelt und natürliche Ressourcen, Grüentalstrasse 14, 8820 Wädenswil

Beim Bodenschutz auf der Baustelle spielt die Messung der Saugspannung mit Tensiometern eine wichtige Rolle. Die Werte bilden eine wichtige Entscheidungsgrundlage für die Befahrbarkeit des Bodens mit schweren Maschinen. Diverse Fehlerquellen können diesen Messwert so beeinflussen, dass eine ausreichend hohe Saugspannung angegeben wird obwohl Verdichtungsgefahr besteht. Messfehler können beispielsweise durch die fehlerhafte Bedienung entstehen. So können erhebliche Abweichungen entstehen, wenn das Ausgleichsventil am Manometer vor der Ablesezeitpunkt nicht betätigt wird. Aber auch bei korrekter Bedienung bewirken Sonneneinstrahlung und Temperaturänderungen meistens eine mehr oder weniger ausgeprägte Zunahme der abgelesenen Saugspannung im Verlauf des Tages. Dieser Anstieg gibt immer wieder Anlass zu Diskussionen, welcher Ablesezeitpunkt der massgebende sei und ob der Boden so viel belastbarer sei am Mittag, wie es die Tensiometerablesung vermuten liesse. Um diese Effekte zu quantifizieren wurden zwei Gruppen à fünf Jet-fill-Tensiometer von Soilmoisture in 20 cm Tiefe während mehrerer Tage zwischen Mai und Juli 2017 stündlich abgelesen. Dabei wurde in einer Gruppe das Ausgleichsventil offengelassen, während in der anderen die Ventile geschlossen blieben. Als Referenz dienten drei UMS-Tensiometer, die in der gleichen Tiefe platziert wurden. Gleichzeitig wurde beim Ablesen mit einem Infrarot-Thermometer die Oberflächentemperatur der Manometer gemessen. An allen Untersuchungstagen wurde eine höhere Saugspannung an den Manometern mit geschlossenem Ventil beobachtet. Die Differenz zum Messwert der korrekt bedienten Tensiometer betrug im Mittel 6.5 cbar und erreichte Maximalwerte bis zu 16 cbar. Die Abweichung der Messwerte zwischen den Gruppen war morgens am kleinsten und stieg im Tagesverlauf an. Die Zunahme der Saugspannung im Tagesverlauf war bei beiden Gruppen in den Messwerten sichtbar, war aber bei den Tensiometern mit geschlossenem Ventil höher. Bei der Gruppe mit offenem Ventil entsprach die Zunahme dem in der Referenz beobachteten Anstieg. Eine hohe Korrelation der Saugspannungsdifferenz und Temperaturdifferenz wurde beobachtet. Die Messungen zeigten, dass das Bedienen des Ventils am Manometer für die Erfassung des korrekten Saugspannungswerts von grosser Bedeutung ist. Das Ausbleiben des Druckausgleichs, vor allem bei später Ablesezeitpunkt, führt zu einer erheblichen Fehleinschätzung der Befahrbarkeit. Die Ablesezeitpunkt sollte zudem am frühen Morgen stattfinden, um störende Temperatureinflüsse zu vermeiden.

## Poster 8

# Microplastics in Soils: A novel method to extract, quantify, and identify microscopic polymer particles

**Benjamin Herrmann**

Universität Bern

Look around you. How many things made of plastics do you count? Looking closely, you might discover well over a dozen things made of plastic. Surface coatings, some packaging foil, a rubber band, the casing of a pencil sharpener, rubber sealing, adhesive holding some two objects together. How many tons of plastic do you figure are in the tires and the dashboards of the cars in the parking lot adjacent to the building you're in? Plastics (thermoplastic polymers) are heavily versatile and have many advantages. They can be molded into any shape we want. We can make them weak or strong, hard or flexible, light or heavy, or just virtually have any conceivable attribute. Their most noticeable property, however, is their durability. We use plastic bottles to store the most aggressive acids and alkaline solutions. It is this durability that makes them so incredibly likable and apt for practically any purpose and, at the same time, is their main disadvantage: Their inertia makes them remain in the environment for just too long a time. Humans inconsiderately discard the persistent material into the environment. Plastic garbage is polluting oceans, beaches, rivers and river shores. The reports about animals confusing them for food or being entangled in them are plentiful. Some choke on the plastic pieces, some starve to death after filling their stomachs with the indigestible stuff. Microplastics (MP), plastic particles of a size between 1 and 5000 micrometer, are an emerging subject in academia and in the common press. The BBC and SWR3 have broadcasted reports about them just last month. MP can be of primary origin, i.e. already manufactured in that size (e.g. cosmetics, toothpastes, clothing fibres, abrasives) or of secondary origin, i.e. by fragmentation of larger pieces (e.g. chipping, abrasion, weathering, biological and/or chemical digestion). Up until recently, MP had been studied in the marine environment only. It's only since a few years that soil MP have emerged in academia. The amount, mobility and fate of MP in soils are unknown. Methods to extract MP from soil samples are being developed as you are reading this. Michael Scheurer of the University of Berne, has developed a first approach to tackle the issue of extracting, identifying and quantifying MP particles from soil samples in his master thesis. This is the starting point of the present study. Based on his methods and those of others, this report aims at finding refined methods for density separation of heavy soil components and chemical digestion of the organic matter, leaving the physical properties of MP particles unaltered. In sequence, a technique to measure the particles using FT-IR microscopy and image analysis software needs to be developed. Finally, after the development of the extraction and measuring techniques, the new method will be tested on field samples from roadside soils. To achieve these two goals, we will conduct experiments with methods derived from promising studies about MP in lacustrine sediments, since (among others like marine, riverine, and estuarine studies) these are the ones that resemble most studying MP in soils. The great challenge lies within getting rid of the organic matter without destroying the plastic particles. The different techniques to digest organic matter we will be envisioning include enzymes, alkaline cleaning agents, NaOH, NaOCl, KOH, HCl, HNO<sub>3</sub>, HClO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and various combinations of these. In the end, we hope to develop and successfully apply a novel technique to quantify MP in soil samples.



## Poster 9

# BodenDok – Die digitale Spatenprobe

**Jennifer Müller, Lukas Marchesi**

Fachhochschule Nordwestschweiz, Bahnhofstrasse 6, 5210 Windisch

Das Wichtigste für einen Landwirt ist sein Boden. Auf ihm gedeiht die Grundlage für seine Existenz. Deshalb ist es äusserst wichtig, auf den Zustand des Bodens zu achten und ihn vorbeugend und langfristig zu pflegen. Doch wie erhält der Landwirt Informationen über den Zustand seines Bodens?

Mit der **Spatenprobe** werden die grundlegenden Attribute des Bodens aufgedeckt und analysiert. Leider wird die Spatenprobe häufig erst beim Auftauchen eines Problems durchgeführt. Dann kann es sehr schwer sein, Schädigungen rückgängig zu machen. Umso häufiger die Spatenprobe durchgeführt wird, umso besser kann der Boden beurteilt und die Bewirtschaftung angepasst werden.

Die Spatenprobe wird zurzeit durch das Ausfüllen eines Papierformulars dokumentiert. Eine vereinfachte Dokumentation von Spatenproben könnte deren Häufigkeit erhöhen und die Beurteilung erleichtern. Dazu könnte das Formular digitalisiert werden und zusätzliche Hilfestellungen geben.

Die Grundlagen und ein entsprechendes Fachkonzept wurden in einer Diplomarbeit im Studiengang Interaction Design und visuelle Kommunikation ausgearbeitet. Anschliessend wurde das Projekt einer App namens «**BodenDok**», welches von zwei Informatik-Studenten der FHNW in Brugg durchgeführt wird, initiiert. In der App können Bodeneigenschaften, Fotos von der Bodenoberfläche und vom Bodenziegel, sowie der Standort der erstellten Spatenprobe im Feld erfasst werden. Um die Beurteilung von Bodeneigenschaften zu erleichtern, werden Bilder für Vergleiche angeboten. Mit den Angaben wird ein Bericht erstellt und gespeichert, so dass die Informationen für spätere Vergleiche oder Auswertungen vorhanden sind. Die App wurde so entwickelt, dass sie auf iOS und auf Android benutzt werden kann. Die BodenDok App befindet sich momentan noch in Entwicklung und soll Landwirten und Beratern bei der Durchführung der Spatenprobe vermeidbare Hindernisse aus dem Weg räumen.

Probieren Sie den momentanen Bestand der App gleich aus und teilen Sie uns Ihre Meinung und Wünsche mit!

## Teilnehmerliste | Liste des participants | Lista dei partecipanti | Participant list

Achermann Matthias	Umwelt & Energie Kanton LU	Hitzfeld Bettina	Bundesamt für Umwelt
Aeby Pierre	Institut agricole FR	Holzschläger Annelie	Agroscope
Amiguet Serge	Sol-Conseil	Huhmann Mirko	FRIEDLIPARTNER AG
Amrein Simon	ZHAW	Hürlimann Raphael	myx GmbH
Amstutz René	Pro Natura	Ifejika Speranza Chinwe	Universität Bern
Aregger Kilian	Amt für Umwelt und Energie LU	Kayser Achim	Amt für Umwelt TG
Arn Markus	Pro Natura	Keel Sonja	Agroscope
Bader Cédric	myx GmbH	Keller Keller Armin	Agroscope NABO
Bagnoud Nicolas	Nivalp SA	Kienzler Peter	Birs HydroMet GmbH
Ballesteros Nicolas	ARE	Klausner Leta	Agroscope NABO
Bertschi Martin	Strickhof	Knechtenhofer Lars	FRIEDLIPARTNER AG
Bigalke Moritz	Universität Bern	Kulli Beatrice	ZHAW
Böbner Christoph	lawa LU	Lang Corsin	BAFU
Bossy Vanessa		Laustela Matias	Basler & Hofmann AG
Boudraa Antoine	UNIL / UNINE	Lebrun Magali	OFEV
Bräm Esther	Boden und Biotope	Levasseur Clément	IAG FR
Bullinger Géraldine	HEIA-FR	Lüscher Peter	Eidg. Forschungsanstalt WSL
Bünemann Else	FiBL	Mäder Paul	FiBL
Campiche Sophie	Envibiosoil	Maeva Polla	Service de l'environnement FR
Carizzoni Marco	BABU GmbH	Maître Véronique	bureau pEaudSol
Charles Raphaël	FiBL	Marchesi Lukas	FHNW
Chervet Andreas	LANAT BE	Matile Luzius	ZHAW
Clément Jean-Pierre		Maurer Claudia	Fachstelle Bodenschutz BE
Clément Elisabeth		Maurer Angela	FRIEDLIPARTNER AG
Coquelin Cédric	ECOSCAN SA	Mayer Jochen	Agroscope
Cottet Peggy	CSD Ingénieurs SA	Meier Christian	Kissling + Zbinden AG
Dell'Ambrogio Gilda	Centre Ecotox Eawag-EPFL	Merbold Lutz	ETH Zürich
Deluz Cédric	UNIL / UNINE	Meuli Reto Giulio	Agroscope NABO
Dorier Amélie		Müller Jennifer	FHNW
Drobnik Thomas	ETH Zürich	Müller Dominik A.	Abteilung für Umwelt AG
Dürr-Auster Thilo	Service de l'environnement FR	Noll Dorothea	EIC Changins
Egli Markus	Universität Zürich	Nussbaum Madlene	HAFL
Etterlin Felix	Umwelt und Energie	Oberson Astrid	ETH Zürich
Felder Daniel	BLW	Okopnik Françoise	ASTRA
Fischer Alyssa	Universität de Lausanne	Papritz Andreas	ETH Zürich
Forrer Irène	Impergeologie AG	Pasquier Grégoire	urbaplan
Froidevaux Sandrine	UNIL / UNINE	Pfeifer Hans-Rudolf	Universität de Lausanne
Frossard Emmanuel	ETH Zürich / NFP 68	Plotzki Anna	Amt für Umwelt SO
Fry Patricia	Wissensmanagement Umwelt	Prasuhn Volker	Agroscope
Gassmann Sébastien	GESDEC GE	Rebentrost Ines	ZHAW
Gattinger Andreas	FiBL	Rehbein Kirsten	Agroscope NABO
Gfeller Laban Barbara	Service de l'environnement FR	Rehmus Agnes	Fachstelle Bodenschutz ZH
Giulinani Gianluca	Flury-Giuliani GmbH	Rosset Guillaume	UNIL
Givord Léonie		Rossi Marco	Studio d'Agronomia
Gossin Diane	Union suisse des paysans	Roulin Etienne	
Graf Moritz	BABU GmbH Büro für Altlasten	Rüdy Murielle	AWA BE
Greiner Lucie	Agroscope	Sägesser Hans	SVIAL
Gremaud Vincent	Journal Agri Sàrl	Schellenberger Andreas	BAFU
Grimm Olivia	ARE	Scherrer Luc	Fond. rurale interjurassienne
Guex Bastien	GESDEC GE	Schirmer Sven	Niutec AG
Gut Samuel	GEOTEST AG	Schlatter Frédéric	Drosera SA
Hagedorn Frank	Eidg. Forschungsanstalt WSL	Schmidlin Nicole	AWA BE
Hasinger Gerhard		Schmidt Simon	Universität Basel
Hausheer Olivia	Armasuisse Immobilien	Schnider François	
Havlicek Elena	OFEV	Schomburg Andreas	Universität de Neuchâtel
Heger Thierry	EIC Changins	Schulin Rainer	ETH Zürich
Herrmann Benjamin	Universität Bern	Schwilch Gudrun	BAFU Sektion Boden

Screpanti Claudio	Syngenta Crop Protection	Viret Fanny	Universität de Lausanne
Seitz Benjamin	Bodenproben.ch AG	Vögeli Albisser Christiane	AWA BE
Six Johan	ETH Zürich	Volpe Valerio	ZHAW
Sprecher Christian	Agroscope NABO	von Känel Christoph	GEOTEST AG
Spycher Fiona	ARE	von Niederhäusern Adrian	LIG FR
Stähli Ruedi	BAFU	von Rohr Gaby	Amt für Umwelt SO
Steffens Markus	FiBL	Walther Pascal	Programm Manager NFP 68
Steiger Urs	Leiter Wissenstransfer NFP 68	Wendling Marina	FiBL
Stokar Marianne	NABO	Wietlisbach Wanda	Ecotec Environnement
Stumpf Felix	Agroscope NABO	Wist Mélina	Triform SA
Sturny Wolfgang G.	Fachstelle Bodenschutz BE	Wong Janine	Centre Ecotox Eawag-EPFL
Thomet Peter	Pro Agricultura Seeland	Wüthrich Christian	Kisling + Zbinden AG
Tobias Silvia	Eidg. Forschungsanstalt WSL	Zeh Eva-Maria	ASTRA
Turlings Ted	Universität de Neuchâtel	Zimmermann Stephan	Eidg. Forschungsanst. WSL
Vialle Antoine	EPFL ENAC IA	Zimmermann Michael	BLW



## Informationen | Informations | Informazioni | Informations

### Grangeneuve

#### Landwirtschaftliches Institut des Kantons Freiburg Institut agricole de l'État de Fribourg

Route de Grangeneuve 31  
1725 Posieux

#### Gebäude R | Bâtiment R

Die Vorträge werden in Aula Paul Bourqui gehalten. Das Mittagessen und die Zwischenverpflegung sind inbegriffen und finden im gleichen Gebäude statt. Die Pausenverpflegung wird im Eingangsbereich serviert. Bitte beachten Sie die dort aufgestellten Poster und geben eine Bewertung für den Publikumspreis ab. Das Mittagessen findet in der Kantine vor der Aula statt.

Les conférences auront lieu dans la Salle Paul Bourqui. Le repas de midi et les pauses-café sont inclus et seront lieu dans le même bâtiment. La restauration pendant les pauses est servie dans la zone d'entrée. Veuillez noter les posters qui y sont placées et donner une évaluation pour le prix du public. Le repas de midi est libre-service dans la cantine devant l'auditorium.

Le conferenze si svolgeranno nella Salle Paul Bourqui. Pranzo e spuntini sono inclusi e si terranno nello stesso edificio. La ristorazione durante le pause è servita nell'area d'ingresso. Si prega di notare i manifesti che vi sono collocati e dare una valutazione per il premio pubblico. Il pranzo è self-service nella mensa antistante l'auditorium.

The conferences will take place in the Salle Paul Bourqui. Lunch and coffee breaks are included and will be held in the same building. Catering during coffee breaks is served in the entrance area. Please note the posters placed there and give an evaluation for the audience award. Lunch is self-service in the canteen in front of the auditorium.

## CONTACT

#### BGS Geschäftsstelle | SSP bureau de gestion

Beatrice Kulli und Simon Amrein  
c/o Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften  
Postfach  
8820 Wädenswil

+41 (0)58 934 53 55

office@soil.ch

