

# Jahrestagung

31. März - 1. April 2022

# Congrès Annuel

31 mars - 1<sup>er</sup> avril 2022

# Congresso Annuale

31 marzo - 1 aprile 2022

# Annual Meeting

March 31<sup>st</sup> - April 1<sup>st</sup> 2022

**bgs** Bodenkundliche  
**ssp** Gesellschaft der Schweiz  
● ● ●

**bgs** Société  
**ssp** Suisse de Pédologie  
● ● ●

**bgs** Società  
**ssp** Svizzera di Pedologia  
● ● ●

**bgs** Soil Science  
**ssp** Society of Switzerland  
● ● ●



Berner Fachhochschule  
▶ Hochschule für Agrar-, Forst- und  
Lebensmittelwissenschaften HAFL

## Impressum

Notfälle | Urgences | Urgenze | Urgencies

Madlene Nussbaum: +41 79 761 34 66

Kontakt | Contact | Contatta | Contact

BGS Geschäftsstelle / Bureau de gestion SSP

Jasmin Lustenberger / Simon Heiniger  
c/o Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften  
Postfach, 8820 Wädenswil  
bgs.gs@soil.ch

Layout: **lemonproductions**

Das Logo der BGS ist urheberrechtlich geschützt  
Le logo de la SSP est protégé par les droits d'auteur  
Il logo del SSP è protetto da copyright  
The logo of the SSSS is protected by copyright

# Inhalt | Sommaire Somario | Summary

Programm | Programme  
Programma | Programme

Seite **1** | page **1**  
pagina **1** | page **1**

Themen | Thèmes  
Temi | Topics

Seite **3** | page **4**  
pagina **5** | page **6**

Abstracts | Keynotes

Seite **7** | page **7**  
pagina **7** | page **7**

Session A.1

Session A.2

Session A.2

Session C

Session D.1

Session E

Abstracts | Poster

Seite **25** | page **25**  
pagina **25** | page **25**

Teilnehmende | Participants  
Partecipante | Participants

Seite **36** | page **36**  
pagina **36** | page **36**

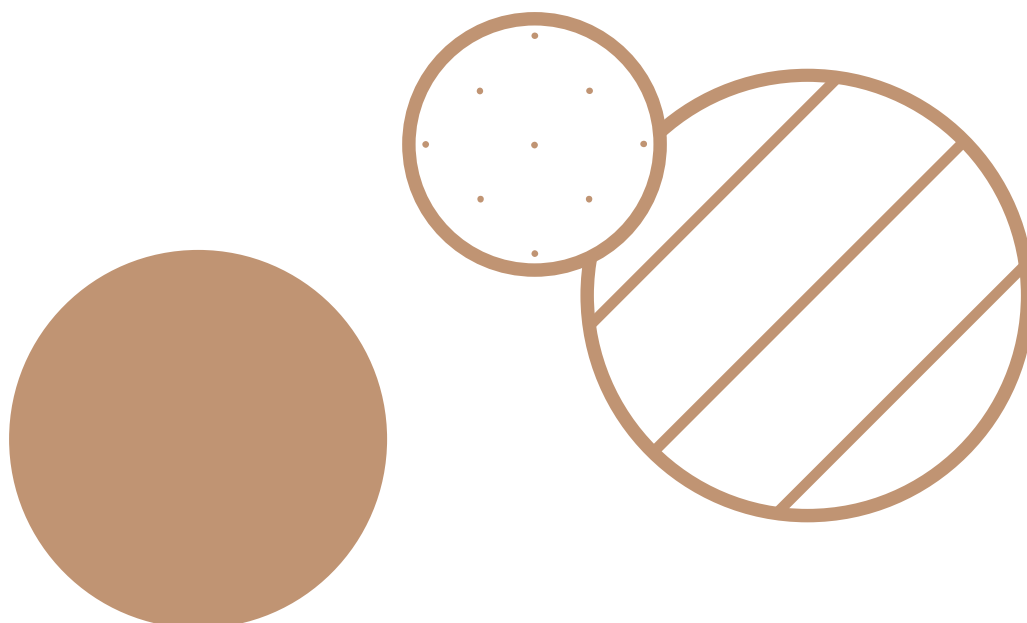
Informationen | Informations  
Informazioni | Informations

Seite **39** | page **39**  
pagina **39** | page **39**

# Programm | Programme Programma | Programme

	Donnerstag 31. März	Jeudi 31 mars	Giovedì 31 marzo	Thursday 31 March
<b>0900</b>	Ankunft und Registrierung	Arrivée et inscription	Arrivo e registrazione	Arrival and registration
<b>0930</b>	Begüssung	Mot de bienvenue	Saluto di benvenuto	Welcome address
<b>0945</b>	<b>Session A.1</b> Interaktion zwischen Klima und Boden - wohin führt die Reise	<b>Session A.1</b> Interactions entre le climat et les sols - où cela nous mène-t-il ?	<b>Sessione A.1</b> Interazioni tra clima e suoli - dove porta il viaggio?	<b>Session A.1</b> Climatesoil interaction - where is the journey heading?
<b>0950</b>	<b>Understanding soil landscapes and their relevance for biogeochemical cycles in the 21st century and beyond</b> Sebastian Dötterl (Soil Resources, ETH Zürich)			
<b>1020</b>	<b>Bodengestützte Baumartenwahl im Klimawandel</b> Franz Borer (Borer Bodenexpertisen), Marianne Knecht (Ambio, Angewandte Umweltwissenschaften GmbH)			
<b>1040</b>	<b>Potential de stockage du carbone dans les sols agricoles et rôle des prairies temporaires</b> Thomas Guillaume, Luca Bragazza, Saïd Elfouki, Sokrat Sinaj (Agroscope), Clément Levasseur (CPC-SKEK)			
<b>1100</b>	Kaffeepause	Pause-café	Pausa caffè	Coffee break
<b>1115</b>	<b>Session A.2</b> Interaktion zwischen Klima und Boden - wohin führt die Reise	<b>Session A.2</b> Interactions entre le climat et les sols - où cela nous mène-t-il ?	<b>Sessione A.2</b> Interazioni tra clima e suoli - dove porta il viaggio?	<b>Session A.2</b> Climatesoil interaction - where is the journey heading?
<b>1120</b>	<b>Soil organic carbon loss or gain in Swiss arable land: which cultivation practices are decisive?</b> Xavier Dupla (HEPIA, UNIL), Karine Gondret (FHNW), Téo Lemaître (UNIL), Raphaël Charles (fibl), Eric Verrecchia (HEPIA, UNIL), Pascal Boivin (HEPIA)			
<b>1140</b>	<b>Climate relevance of agricultural peatlands: Does a mineral soil layer reduce the greenhouse gas emissions from a drained organic fen soil?</b> Sonja Paul, Yuqiao Wang, Christof Ammann (Agroscope), Christine Alewell (Universität Basel), Jens Leifeld (Agroscope)			
<b>1200</b>	<b>Realistic soil carbon sequestration potentials for Switzerland considering climate change and food security</b> Sonja G. Keel, Jens Leifeld, Albert von Ow, Chloé Wüst-Galley (Agroscope)			
<b>1220</b>	Mittagessen	Repas	Pranzo	Lunch
<b>1320</b>	<b>Session B</b> Poster	<b>Session B</b> Poster	<b>Session B</b> Poster	<b>Session B</b> Poster
<b>1410</b>	<b>Session A.3</b> Interaktion zwischen Klima und Boden - wohin führt die Reise	<b>Session A.3</b> Interactions entre le climat et les sols - où cela nous mène-t-il ?	<b>Sessione A.3</b> Interazioni tra clima e suoli - dove porta il viaggio?	<b>Session A.3</b> Climatesoil interaction - where is the journey heading?
<b>1410</b>	<b>Soil physics out of balance – the dominant role of physical nonequilibrium in soil water flow in the field</b> Peter Lehmann, Andrea Carminati and Hannes Flüher (ETH Zürich)			
<b>1430</b>	<b>How will organic carbon dynamics in subsoils respond to global warming? Insights from a whole soil profile warming experiment</b> Cyrill U. Zosso (GIUZ), Nicholas O. E. Ofiti (GIUZ), Jennifer L. Soong (Lawrence Berkeley National Laboratory), Emily F. Solly (ETH Zurich), Margaret S. Torn (Lawrence Berkeley National Laboratory), Guido L.B. Wiesenberg (GIUZ), Michael W.I. Schmidt (GIUZ)			
<b>1450</b>	<b>Session C</b> Näherungsmessverfahren in der Bodenkunde	<b>Session C</b> Méthodes proximales de mesure en sciences du sol	<b>Sessione C</b> Metodi di misurazione approssimativa nella scienza del suolo	<b>Session C</b> Proxy measurement methods in soil science
<b>1450</b>	<b>Effects of shallow incorporation of cover crop mixtures on short-term nitrogen and organic carbon dynamics in agricultural soils – An on-farm field trial</b> Simon Oberholzer (GIUB), Markus Steffens (GIUB, fibl), Nadine Harder (GIUB), Klaus Jarosch (GIUB), Chinwe Ifejika Speranza (GIUB)			
<b>1510</b>	<b>Scaling-up soil quality assessments: efficient infrared-spectroscopic workflows across space and time</b> Philipp Baumann (KOBO)			
<b>1530</b>	Posterprämierung	Prix du poster	Premio del poster	Poster award
<b>1545</b>	Kaffeepause	Pause-café	Pausa caffè	Coffee break
<b>1600</b>	Generalversammlung der BGS	Assemblée générale de la SSP	Assemblea generale della SSP	General assembly of SSSS
<b>1830</b>	Ende der Generalversammlung	Fin de l'assemblée générale	Fine dell'assemblea generale	End of general assembly
<b>1930</b>	Abendessen	Repas du soir	Cena	Dinner

	Freitag 1. April	Vendredi 1 avril	Venerdì 1 aprile	Friday April 1 <sup>st</sup>
<b>0830</b>	Ankunft und Registrierung	Arrivée et inscription	Arrivo e registrazione	Arrival and registration
<b>0910</b>	Begüssung	Mot de bienvenue	Saluto di benvenuto	Welcome address
<b>0915</b>	<b>Session D.1</b> Bodenkartierung - eine Kompetenz mit Zukunft!	<b>Session D.1</b> La cartographie des sols - une compétence qui a de l'avenir !	<b>Sessione D.1</b> Mappatura del suolo - una competenza dal futuro promettente!	<b>Session D.1</b> Soil mapping – a competence with a future!
<b>0920</b>	«g oder gg?» Markus Steger (LANAT, Kt. Bern)			
<b>0940</b>	Erste Schritte für Ausbildungskonzept zur Förderung von Fachpersonal für die Bodenkartierung: «état des formations actuelles et avis des spécialistes» Roman Berger (ZHAW), Emilie Carrera (KOBO), Armin Keller (KOBO)			
<b>1000</b>	Bodenkartierung: Erfahrungen aus der Praxis Michael Wernli (Soilcom GmbH)			
<b>1020</b>	Kaffeepause	Pause-café	Pausa caffè	Coffee break
<b>1050</b>	<b>Session D.2</b> Bodenkartierung Podiumsdiskussion	<b>Session D.2</b> La cartographie des sols Table ronde	<b>Sessione D.2</b> Mappatura del suolo Tavola rotonda	<b>Session D.2</b> Soil mapping panel discussion
<b>1150</b>	Mittagessen	Repas	Pranzo	Lunch
<b>1250</b>	<b>Session E</b> Bodenkundliche Baubegleitung im Fokus	<b>Session E</b> Focus sur les spécialistes de la protection des sols sur les chantiers	<b>Sessione E</b> Focus sull'accompagnamento dei lavori nei cantieri da parte di pedologi	<b>Session E</b> Focus on soil conservation on building sites
<b>1250</b>	La gestion des matériaux terreux sur les chantiers de construction : à l'interface entre OSol et OLED Véronique Maître (pEaudSol), Irène Biorolini (Prona Romandie SA)			
<b>1320</b>	Bodenschutz ist mehr als BBB Jens Bohne (CSD Ingenieure AG)			
<b>1340</b>	Fonctions du sol & approche systémique Marc-André Dubath (Basler & Hoffmann SA)			
<b>1400</b>	Übersicht über europäische Richtlinien und Best-Practice-Beispiele zum Bodenschutz im Strassenbau Tim Geiges, Silvia Tobias (WSL)			
<b>1420</b>	Umfahrung Mellingen - Klärung externe Wiederverwertung abschliessend vor Baustart Martina Collenberg (Sieber Cassina + Partner AG), Dominik Müller (Abteilung für Umwelt, Kt. Aargau)			
<b>1440</b>	<b>Session F</b> Ankündigungen	<b>Session F</b> Annonces	<b>Sessione F</b> Annunci	<b>Session F</b> Announcement
<b>1515</b>	Ende	Fin	Fine	End



# Themen | Sessions

## Donnerstag

### **Session A: Interaktionen zwischen Klima und Böden – wohin führt die Reise?**

Das Klima beeinflusst nicht nur den Boden, sondern der Boden hat auch einen Einfluss auf das Klima. Mit Blick auf die UN-Klimakonferenz in Glasgow (COP26) und die Dringlichkeit des Klimaschutzes stellt sich die Frage, welches Potential Böden bei der Kohlenstoffspeicherung in Zukunft haben und wie wir dies umsetzen. Die Kohlenstoffspeicherung mittels klimafreundlicher Anbausysteme, regenerative Landwirtschaft, Konservierung degradierter organischer Böden oder bei der Waldbewirtschaftung stehen dabei im Fokus. Neben dem Beitrag zur Erreichung der Klimaziele spielen Böden eine zentrale Rolle zur Abschwächung der Folgen des Klimawandels. Wasserspeicherung im Hinblick auf längere Trockenperioden, Wasserrückhaltevermögen bei Starkniederschlägen oder die Temperaturregulierung in städtischen Wärmeinseln sind nur einige Beispiele.

### **Session B – Postersession: «Spotlight» bodenkundliche Forschung in der Schweiz**

An zahlreichen Universitäten und Forschungsinstituten werden aktuell spannende und sehr vielfältige Themen zu Boden bearbeitet. Die Postersession soll dem breiten Spektrum an Forschungsthemen eine Plattform geben. Wir möchten insbesondere Doktorandinnen und Doktoranden einladen, ihre Arbeiten vorzustellen. Poster zu den Themen der anderen Sessions sind ebenfalls willkommen. Das beste Poster wird mit dem Publikumspreis ausgezeichnet.

### **Session C: «Piep – Wert ablesen»? Näherungsmessverfahren in der Bodenkunde**

Näherungsmessverfahren erlauben anhand eines Proxy-Signals Eigenschaften einer Bodenprobe abzuschätzen. Beispiele von erfolgsversprechenden Methoden ist die Spektroskopie im sichtbaren Bereich und im nahen sowie mittleren Infrarot (VisNIR, MIR), die Gammastrahlenspektroskopie oder die Röntgenfluoreszenz (XRF). Beiträge zu aktuellen Untersuchungen von neuen Näherungsmessverfahren, methodischen Herausforderungen oder zu Fortschritten oder zu Beispielen aus dem Ausland sind willkommen.

## Freitag

### **Session D: Bodenkartierung - eine Kompetenz mit Zukunft!**

Bodenkundliche Fachkräfte werden in der Privatwirtschaft stets stärker nachgefragt. Gleichzeitig wird angewandtes Bodenwissen an Universitäten immer weniger gelehrt und feldbodenkundliche Kenntnisse kaum mehr vermittelt. Zudem gilt es nach Abschluss der Ausbildung genügend Erfahrung zu gewinnen. Im Hinblick auf die Umsetzung des überarbeiteten Sachplans FFF und die Bodenkartierung grosser Flächen werden in Zukunft eine grössere Anzahl Fachpersonen ausgebildet werden müssen. Wie kann mit dieser Herausforderung umgegangen werden?

### **Session E: Bodenkundliche Baubegleitung im Fokus**

In dieser Session sind alle BBB-Themen aus dem Praxisalltag wie auch seitens der Behörde und Vollzugspraxis willkommen. Insbesondere spannend sind Fachvorträge und Praxisbeispiele zu aktuellen Herausforderungen wie Fruchtfolgeflächen-Kompensation oder zur Umsetzung der Verwertungspflicht nach Art. 18 Abfallverordnung (VVEA). Spezifische Erfahrungen mit dem besonders nassen Sommer 2021 bei der Bewirtschaftung von rekultivierten Böden in der Nachsorge/Folgebewirtschaftung könnten die aktuellen Herausforderungen abrunden.

# Thèmes | Sessions

## Jeudi

### **Session A : Interactions entre le climat et les sols - où cela nous mène-t-il ?**

Le climat n'influence pas seulement le sol, ce dernier a également un impact sur le climat. Suite à la conférence des Nations Unies à Glasgow (COP26), et au vu de l'urgence de la protection du climat, la question soulevée est celle du potentiel de stockage du carbone dans les sols et sa mise en œuvre. Dans ce contexte, les systèmes agricoles respectueux du climat, l'agriculture régénérative, la conservation des sols organiques dégradés ou la gestion des forêts sont au centre des préoccupations. Les sols jouent un rôle central non seulement dans l'atténuation des conséquences du changement climatique mais également dans la réalisation des objectifs prévus. Ainsi, les sols sont des réservoirs d'eau pour parer les potentielles longues périodes de sécheresse. Ils assurent également une régulation des fortes précipitations et permettent de moduler les variations de température des îlots de chaleur urbains. Et ce ne sont que quelques exemples.

### **Session B - Session de posters : „Spotlight“ sur la recherche en sciences du sol en Suisse**

De nombreuses universités et instituts de recherche travaillent actuellement sur des sujets passionnants et très variés liés au sol. La session de posters a pour but de mettre en lumière le large spectre des sujets de recherche. Nous invitons tout particulièrement les doctorants à présenter leurs travaux. Les posters sur les sujets des autres sessions sont également les bienvenus. Le meilleur poster sera récompensé par le prix du public.

### **Session C : „Bip – et lire la valeur“ ? Méthodes proximales de mesure en sciences du sol**

Les méthodes proximales de mesure permettent d'estimer les propriétés d'un échantillon de sol au moyen d'un signal de substitution. Des exemples de méthodes prometteuses sont : la spectroscopie dans le domaine visible et dans le proche et moyen infrarouge (Vis-NIR, MIR), la spectroscopie gamma ou la fluorescence X (XRF). Les contributions sur les recherches actuelles de nouvelles techniques de mesure d'approximation, les défis ou progrès méthodologiques ainsi que les exemples de l'étranger sont les bienvenus.

## Vendredi

### **Session D : La cartographie des sols - une compétence qui a de l'avenir !**

Les pédologues sont de plus en plus demandés dans le secteur privé. Dans le même temps, les connaissances sur les sols sont de moins en moins enseignées dans les hautes écoles, que ce soit du point de vue théorique ou pratique sur le terrain. De plus, il est essentiel suite à une telle formation d'acquérir une expérience suffisante pour être opérationnel rapidement. Compte tenu de la révision du plan sectoriel des surfaces d'assolement, et du besoin de cartographie des sols sur de vastes zones, le besoin d'experts dans le domaine va croître à l'avenir. Comment relever ce défi ?

### **Session E : Focus sur les spécialistes de la protection des sols sur les chantiers**

Au cours de cette session, tous les sujets relatifs aux SPSC issus de la pratique quotidienne, ainsi que celle des autorités, mais également de la mise en application sont les bienvenus. Les présentations d'experts et les exemples pratiques sur les défis actuels, tels que la compensation des surfaces d'assolement ou la mise en œuvre de l'obligation d'utiliser les sols selon l'art. 18 de l'ordonnance sur les déchets (OLED), sont particulièrement intéressants. Des expériences menées au cours de l'été 2021, particulièrement humide, pourraient permettre d'apporter des informations pertinentes sur la gestion des sols remis en culture, notamment dans le cadre de la gestion de suivis.

# Temi | Sessions

## Giovedì

### **Sessione A: Interazioni tra clima e suoli - dove porta il viaggio?**

Non soltanto il clima che influenza il suolo. Ma è lo stesso suolo che incide anche sul clima. Alla luce della conferenza delle Nazioni Unite sul clima a Glasgow (COP26) e vista l'urgenza di agire contro il cambiamento climatico, ci si chiede quale sia il potenziale dei suoli di immagazzinare carbonio in futuro e come sia possibile implementarlo. Sistemi colturali rispettosi del clima, agricoltura rigenerativa, salvaguardia di suoli organici degradati e gestione forestale rappresentano il fulcro in fatto di stoccaggio del carbonio. Oltre a contribuire al raggiungimento degli obiettivi climatici, i suoli rivestono un ruolo di primo piano nel mitigare le conseguenze del cambiamento climatico. L'immagazzinamento idrico per far fronte a eventuali periodi di siccità prolungata, la capacità di ritenzione idrica nel corso di forti precipitazioni e la regolazione della temperatura nelle isole di calore urbane sono solo alcuni esempi.

### **Sessione B - Sessione poster: „Spotlight“ sulla ricerca nella scienza del suolo in Svizzera**

Numerose università e istituti di ricerca stanno studiando varie tematiche entusiasmanti inerenti al suolo. La sessione dedicata ai poster mira a fornire una piattaforma per l'ampia gamma di temi di ricerca. Si vogliono invitare soprattutto i dottorandi a presentare il proprio lavoro. Naturalmente sono ben accetti anche poster sui temi trattati dalle altre sessioni. Al miglior poster verrà conferito il premio del pubblico.

### **Sessione C: „Bip - valore letto“? Metodi di misurazione approssimativa nella scienza del suolo**

I metodi di misurazione approssimativa permettono di stimare determinate proprietà di un campione di suolo per mezzo di un segnale proxy. Fra i metodi più promettenti figurano la spettroscopia nella gamma visibile e nel vicino e medio infrarosso (VisNIR, MIR), la spettroscopia a raggi gamma o la fluorescenza a raggi X (XRF). Sono benvenuti i contributi sulle indagini in corso riguardanti nuove tecniche di misurazione dell'approssimazione, problematiche metodologiche, progressi conseguiti nonché esempi dall'estero.

## Venerdì

### **Sessione D: Mappatura del suolo - una competenza dal futuro promettente!**

I pedologi sono sempre più richiesti dal settore privato. Al contempo però nelle università si registra una continua riduzione dell'insegnamento della pedologia applicata e non vengono quasi più impartite conoscenze sul campo. Pertanto si sottolinea l'importanza di fare esperienza dopo aver completato la formazione. Con la prossima applicazione del piano settoriale riveduto delle superficie per l'avvicendamento delle colture e conseguente mappatura del suolo su vaste aree, dovranno essere formati più specialisti in questa disciplina. Come affrontare questa sfida?

### **Sessione E: Focus sull'accompagnamento dei lavori nei cantieri da parte di pedologi.**

In questa sessione accogliamo tutte le tematiche relative all'accompagnamento dei lavori nei grandi cantieri da parte di pedologi specialisti (SPSC), ossia la pratica quotidiana, l'operato dell'autorità e la prassi d'esecuzione. Di particolare interesse sono le relazioni degli specialisti e gli esempi pratici inerenti a problematiche quali la compensazione di superfici per l'avvicendamento delle colture o l'applicazione dell'obbligo di utilizzo del suolo ai sensi dell'art. 18 dell'Ordinanza sui rifiuti (OPSR). Esperienze specifiche vissute nell'estate 2021, rivelatasi particolarmente umida, nella gestione della coltivazione di terreni coltivati ricostituiti, completano il quadro delle sfide odierne.



# Topics | Sessions

## Thursday

### **Session A: Climate-soil interaction - where is the journey heading?**

Climate not only influences soil, but soil also has an impact on climate. In view of the UN Climate Conference in Glasgow (COP26) and the urgency of climate protection, the question arises as to what potential soils have for carbon storage in the future and how we implement this. Carbon storage through climate-friendly farming systems, regenerative agriculture, conservation of degraded organic soils or forest management are in the focus. In addition to contributing to the achievement of climate goals, soils play a central role in mitigating the consequences of climate change. Water storage in view of longer dry periods, water retention capacity during heavy precipitation or temperature regulation in urban heat islands are just a few examples.

### **Session B - Poster session: „Spotlight“ on soil research in Switzerland**

Numerous universities and research institutes are currently working on exciting and very diverse topics related to soil. The poster session is intended to provide a platform for the broad spectrum of research topics. In particular, we would like to invite doctoral students to present their work. Posters on the topics of the other sessions are also welcome. The best poster will be awarded the prize of the audience.

### **Session C: „Beep – and read the value“? Proxy measurement methods in soil science**

Proxy measurement methods allow to estimate properties of a soil sample by means of a sensor signal. Examples of promising methods are spectroscopy in the visible range and in the near and mid infrared (VisNIR, MIR), gamma ray spectroscopy or X-ray fluorescence (XRF). Contributions on current investigations of new approximation measurement techniques, methodological challenges and progress or examples from abroad are welcome.

## Friday

### **Session D: Soil mapping – a competence with a future!**

Soil scientists are increasingly in demand in the private sector. At the same time, applied soil knowledge is taught less at universities and field soil expertise is hardly taught anymore. In addition, it is important to gain sufficient experience after completing the base training. In view of the implementation of the revised Sectoral Plan for Soil Protection and the soil mapping of large areas, a larger number of field soil experts will have to be trained in the future. How can this challenge be mastered?

### **Session E: Focus on soil conservation on building sites**

In this session, all topics on soil conservation on building sites from everyday practice as well as from the authorities and practical law enforcement are welcome. Particularly interesting are expert presentations and practical examples on current challenges such as compensation of land for crop rotation or the implementation of the obligation to utilise soil according to Art. 18 of the Waste Ordinance (ADWO). Specific experiences with the particularly wet summer of 2021 in the management of recultivated soils in the aftercare/follow-up management may complement the current challenges.

# Abstracts | Keynotes

Die folgenden Seiten geben Ihnen einen ersten Einblick in die Themen der sechs Referatesessions vom Donnerstag und Freitag.

Les pages suivantes vous donnent un premier aperçu des thèmes des six sessions d'exposés du jeudi et du vendredi.

Le pagine seguenti vi danno una prima visione degli argomenti delle sei sessioni di relatori di giovedì e venerdì.

The following pages give you a first insight into the topics of the six speaker sessions on Thursday and Friday.

## Donnerstag | Jeudi | Giovedì | Thursday

- Session A.1 | **8**
- Session A.2 | **11**
- Session A.3 | **14**
- Session C | **16**

## Freitag | Vendredi | Venerdì | Friday

- Session D.1 | **18**
- Session E | **21**

# Session A.1

Moderation: Matthias Volk

Interaktion zwischen Klima und Böden - wohin führt die Reise?

Interactions entre le climat et les sols - où cela nous mène-t-il ?

Interazioni tra clima e suoli - dove porta il viaggio?

Climate soil interaction - where is the journey heading?

## Keynotes

- **Understanding soil landscapes and their relevance for biogeochemical cycles in the 21st century and beyond**
- **Bodengestützte Baumartenwahl im Klimawandel**
- **Potentiel de stockage du carbone dans les sols agricoles et rôle des prairies temporaires**

# Understanding soil landscapes and their relevance for biogeochemical cycles in the 21st century and beyond

Sebastian Dötterl (Soil Resources, ETH Zürich)

**G**ood time for soil scientists, bad time for soils? In my talk I will highlight how Global Change affects soils across ecosystems and what this means for future plant-soil interactions and biogeochemical cycles in a warming, crowded world out of balance.

Global Change from the Arctic to the Tropics has accelerated drastically in recent decades, subsequently affecting ecosystems everywhere. Soils and biogeochemical cycling within are no exception. For example, how carbon and nutrients are stabilized in and released from soil is highly affected by changing land use and climate. Despite these changes, soil in earth system models is often not represented mechanistically, but rather given a mostly budgetary "black box"

function. No methodological framework is available that accounts for the combined effects of climate, geochemistry and disturbance on soil dynamics at larger scales.

In my talk I will illustrate with a few examples how the gaps in our understanding of soil processes across climate zones and dismissing lateral soil fluxes leads to large uncertainties in predicting future trajectories of the global carbon cycle. I will highlight how the interactions of weathering and disturbance can influence and dominate biogeochemical cycles and microbial processes in soils. I will also discuss some directions where geochemical proxies that are available at the global scale can be useful to model the spatial and temporal patterns of soil carbon storage and turnover.

## Bodengestützte Baumartenwahl im Klimawandel

Franz Borer (Borer Bodenexpertisen), Marianne Knecht (Ambio, Angewandte Umweltwissenschaften GmbH)

**I**m Rahmen des Pilotprojektes „Bodengestützte Baumartenwahl“ wurde zuhanden der Abteilung Wald des Kantons Zürich für die standortgemässe Baumartenwahl ein neuer praxistauglicher Lösungsansatz erarbeitet.

Der laufende Klimawandel ist eine grosse Herausforderung für die Waldwirtschaft, insbesondere für die schweizerischen Mittellandwälder von der kollinen bis zur untermontanen Stufe. Eine dem jeweiligen Standort optimal angepasste und klimasensible Baumartenwahl ist unabdingbar für ein zukünftiges erfolgreiches forstliches Wirken. Der zur Anwendung kommende Algorithmus berücksichtigt die einen Standort prägenden Bodeneigenschaften, insbesondere dessen Wasserhaushalts-Indikatoren qualitativer und quantitativer Art aber auch die mit dem Klimawandel einhergehenden Temperaturveränderungen.

Diese praxistaugliche Anwendung stützt sich auf real erhobene Bodendaten mit hoher inhaltlicher und räumlicher Auflösung ab. Dies führt einerseits zu verlässlicheren Daten über den durch das Wurzelwerk der Bäume erschliessbaren Bodenkörper und andererseits zu gut abgestützten Aussagen zu den ökophysiologischen Bedingungen im Wurzelraum. Daraus resultieren schliesslich differenzierte Empfehlungen zur Baumartenwahl im Rahmen der forstlichen Planung.

Die sich verändernden Klimaparameter Niederschlag und Temperatur werden durch neu geschaffene Indikatoren in den dynamischen Prozess der Baumartenwahl integriert. Die flexible Anpassung der Standortbedingungen an die prognostizierte Entwicklung des Klimawandels ermöglicht, die unterschiedlichen Szenarien durchzuspielen. Darauf abgestützt können die notwendigen Anpassungen der Baumartenwahl aufgezeigt werden. Die detailliert vorliegenden Bodenattribute der Waldbodenkartierung der Fachstelle Bodenschutz des Kantons Zürich, erhoben gemäss der Kartiermethode FAL24+, sind die Basis, um eine kausal nachvollziehbare Grundlage für die Baumartenwahl zu schaffen. Zusammen mit dem forstlichen Wissen - insbesondere der forstlichen Ökophysiologie - werden sie so im dreidimensionalen Raum zu einer umfassenden Definition des jeweiligen Standorts zusammengefügt.

Als Ergebnis liegen Entscheidungsgrundlagen in Form konkreter Vorschläge zur Baumartenwahl für jedes einzelne Bodenpolygon (Teilfläche der Bodenkartierung) vor. Diese gut verständlichen Entscheidungsgrundlagen ermöglichen der forstlichen Praxis eine anpassungsfähige Planung mit Zeithorizont 2100+.

# Potentiel de stockage du carbone dans les sols agricoles et rôle des prairies temporaires

Thomas Guillaume, Luca Bragazza, Saïd Elfouki, Sokrat Sinaj (Agroscope), Clément Levasseur (CPC-SKEK)

L'augmentation du carbone organique des sols (COS) agricoles est une solution prometteuse pour lutter contre le réchauffement climatique et ses effets tout en améliorant la fertilité et la résilience des sols. Etant donné le déficit important de COS dans les terres assolées, celles-ci présentent une opportunité de séquestration de carbone atmosphérique conséquente.

Dans cette étude, nous avons déterminé le potentiel de stockage de carbone organique des sols agricoles et les facteurs favorisant l'augmentation du COS en utilisant le réseau d'observation des sols fribourgeois (FRIBO). En particulier, nous avons établi une nouvelle relation spécifique aux conditions locales pour déterminer le niveau de saturation en COS en fonction de la texture. De plus, nous avons évalué si les prairies

permanentes étaient saturées en COS ou présentaient un potentiel de stockage additionnel. Les résultats montrent que les terres assolées ont un déficit de COS comparé aux prairies permanentes atteignant un tiers du stock présent jusqu'à 50 cm de profondeur. La majorité des prairies permanentes a accumulé du COS au cours des 30 dernières années suggérant un stockage supplémentaire dans le futur. La proportion de prairies temporaires dans la rotation de culture est l'un des facteurs principaux expliquant le déficit de COS dans les terres assolées ; celui-ci atteignant jusqu'à 30 tonnes par hectare pour les parcelles n'incluant aucune prairie temporaire dans la rotation. Le potentiel de stockage maximal de COS dans les terres assolées fribourgeoises correspondrait à une année des émissions directes et indirectes de gaz à effet de serre induites par le canton.

# Session A.2

Moderation: Markus Egli

Interaktion zwischen Klima und Böden - wohin führt die Reise?  
2. Teil

Interactions entre le climat et les sols - où cela nous mène-t-il ?  
2<sup>ème</sup> partie

Interazioni tra clima e suoli - dove porta il viaggio?  
Parte 2

Climate soil interaction - where is the journey heading?  
2<sup>nd</sup> part

## Keynotes

- **Soil organic carbon loss or gain in Swiss arable land: which cultivation practices are decisive?**
- **Climate relevance of agricultural peatlands: Does a mineral soil layer reduce the greenhouse gas emissions from a drained organic fen soil?**
- **Realistic soil carbon sequestration potentials for Switzerland considering climate change and food security**

## Soil organic carbon loss or gain in Swiss arable land: which cultivation practices are decisive?

Xavier Dupla (HEPIA, UNIVL), Karine Gondret (FHNW), Téo Lemaître (UNIL), Raphaël Charles (fibl), Eric Verrecchia (HEPIA, UNIL), Pascal Boivin (HEPIA)

Both soil quality management and climate change mitigation issues emphasize the need to increase the topsoil organic carbon content (SOC) in arable land. The encouraging earlier findings in the region, namely mean SOC change rates larger than +5% on average in the Lake Geneva region, call for a better understanding of on-farm determinants of topsoil SOC content change, which was the aim of this study. A total of 120 fields belonging to 120 farms representative of the cropping systems and soil properties in Western Switzerland was randomly selected. The 0-20 cm topsoil was sampled at a 10-year interval, and the corresponding detailed cropping practice history was gathered via interviews with farmers and via the mandatory records of yearly practices at field level in Swiss-farms.

In the whole region, only three out of all the surveyed cropping practices significantly determined the SOC content change rate, namely (i) organic matter inputs and (ii) green manure cover-crop intensity that were both positively correlated to SOC increase while (iii) the soil tillage intensity was negatively correlated to SOC increase.

Moreover, the soil saturation in carbon expressed as a SOC to clay content ratio was negatively correlated to SOC increase. Among others, the share of temporary meadows and organic farming had no effect on SOC content changes mainly due to increased tillage and decreased cover-crops between meadows, and large tillage intensity applied for weed control, respectively. The observed SOC changes were well explained by a multiple linear regression model accounting for additive effect of the four identified SOC change factors.

In practice, the additivity of these factors means that farmers can emphasize the methods of their choice when regenerating their soils. This study advocates that strict no-till is not required at low carbon saturation level (small SOC:Clay ratio). However, as carbon saturation increases, conservation tillage and then no-till practices become necessary to further increase SOC contents. These findings are in accordance with previous studies showing that SOC is currently increasing at more than +4% on average in the region and provide practical insights to further manage the transition of farming systems towards soil regeneration.

## Climate relevance of agricultural peatlands: Does a mineral soil layer reduce the greenhouse gas emissions from a drained organic fen soil?

Sonja Paul, Yuqiao Wang, Christof Ammann (Agroscope), Christine Alewell (Universität Basel), Jens Leifeld (Agroscope)

The agricultural use of organic soils usually requires drainage and leads to high greenhouse gas (GHG) emissions and soil subsidence. In Switzerland, there is a high demand for maintaining agricultural use of organic soils while simultaneously reducing environmental impacts. One management option to counteract subsidence and maintain agricultural productivity is to cover the organic soils with excavated mineral soil material. Previous studies showed that trafficability and agricultural usability seem to benefit from this measure; however, it is unclear, whether it effects the greenhouse gas exchange. The aim of the project is to evaluate the impact of soil coverage on the greenhouse gas balance.

Our study site, established in 2018, is a fen of several meters thickness, situated in Rüthi, St. Gallen, Switzerland on the former flood plain of the river Rhine. In the 1970s, the land was drained, pastures established and intensively managed since then, including mineral and slurry fertilization and 5-6 cuts per year. Over time,

agriculture became problematic since the topsoil subsided and was water-saturated most of the season. In 2006, one part of the site was covered with a 30 to 50 cm layer of silty soil material. The net ecosystem exchange (NEE) of CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> fluxes, and carbon removal by harvest and carbon import by fertilizer of the covered and the adjacent reference site were measured. The gas exchange for CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> was determined by eddy covariance and started in March 2018. N<sub>2</sub>O measurements began in 2019 by deploying automated chambers.

Covering the organic soil resulted in slightly higher grass yields compared to the reference site. The carbon balance was dominated by strong net CO<sub>2</sub> emissions, while CH<sub>4</sub> emissions were negligible at both sites. The environmental conditions, namely the groundwater table in summer time, controlled carbon emissions rather than soil coverage. However, covering the organic soil with mineral soil significantly reduced N<sub>2</sub>O emission.

# Realistic soil carbon sequestration potentials for Switzerland considering climate change and food security

Sonja G. Keel, Jens Leifeld, Albert von Ow, Chloé Wüst-Galley (Agroscope)

To reach net zero greenhouse gas emissions in 2050, Switzerland will depend on domestic negative emissions that re-capture about seven million tons of CO<sub>2</sub>-equivalents from the atmosphere per year. Soil carbon sequestration is a relatively cheap negative emission technology with a high technical readiness and is associated with many environmental co-benefits. The main disadvantage however, is that carbon is not permanently stored. Here, we combine the soil carbon model RothC with the food security model DSS-ESSA to assess the potential for soil carbon sequestration on agricultural soils in Switzerland until the year 2100, incorporating food security and climate change.

Increasing the use of cover crops, which are planted between main crops, resulted in a rather small sequestration rate. The application of biochar led to sequestration rates that were two to ten-fold higher depending on the biomass sources used for biochar production. However, the use of biomass from landscape maintenance and forest wood competes with bioenergy production.

Alternatively, biochar could be produced on agricultural land by short rotation coppice (fast growing trees such as willows or poplars). Freeing up cropland to convert to agroforestry was achieved by reducing feed production, which currently occupies 60% of the Swiss cropland, assuming reasonable dietary changes. Based on results of the food security model, up to 35% of the cropland area could be made available for agroforestry. This approach would allow for biochar production, while maintaining the same level of self-supply (without increasing food imports) and not compete with energy production. This solution is however only temporary as more cropland will be needed for food production towards the end of the century as the population is expected to grow by 43%. Climate change has minor effects on estimated potentials predominantly because of biochar's high stability. In summary, soil carbon sequestration could contribute 1-11% to the national, domestic negative emission goal of Switzerland.



# Session A.3

Moderation: Géraldine Bullinger

Interaktion zwischen Klima und Böden - wohin führt die Reise?  
3. Teil

Interactions entre le climat et les sols - où cela nous mène-t-il ?  
3<sup>ème</sup> partie

Interazioni tra clima e suoli - dove porta il viaggio?  
Parte 3

Climate soil interaction - where is the journey heading?  
3<sup>rd</sup> part

## Keynotes

- **Soil physics out of balance – the dominant role of physical nonequilibrium in soil water flow in the field**
- **How will organic carbon dynamics in subsoils respond to global warming? Insights from a whole soil profile warming experiment**

# Soil physics out of balance – the dominant role of physical nonequilibrium in soil water flow in the field

Peter Lehmann, Andrea Carminati and Hannes Flüeler (ETH Zürich)

To assess the role of climate change on water cycle and soil carbon balance, Earth system models need spatially distributed soil hydraulic properties. These properties are estimated at global scale with unprecedented resolution using pedo-transfer functions and extensive databases. Pedo-transfer functions (PTFs) are mathematical rules, linking soil hydraulic properties to available soil and other environmental properties. Notwithstanding recent progress in developing PTFs including spatial information of climate and topography to reproduce structural effects, the PTFs are trained with hydraulic properties measured under equilibrium conditions in the lab and are not representative for field conditions. More specifically, the relationship between matric potential and water content and the hydraulic conductivity curve are typically measured in a drainage process of initially completely water saturated samples. Such saturation conditions cannot be obtained under natural conditions due to dynamic boundary conditions and the effects of enclosed air phase. Accordingly, the soil water content under field conditions measured at high potential values (close to 0, wet conditions) and its change with decreasing matric potential is considera-

bly smaller compared to lab experiments. In addition, the relationship between matric potential, water content and hydraulic conductivity depends on the direction (drainage or wetting) and the rate of the process. The resulting hysteresis of the soil hydraulic properties (i.e., a range of water content and conductivity values can be assigned to a specific matric potential) is related to different structures controlling the drainage and wetting process, respectively, and to a nonequilibrium between the state variables (matric potential and water content). These phenomena are known since many decades but are typically ignored in simulations due to the lack of a reliable framework to parameterize the underlying processes. However, they might play an important role on predicting water storage and fluxes at the larger scale. The objective of this presentation is to bring the topic of hysteresis and non-equilibrium back into the focus of soil physics. We will show (i) illustrative examples of differences between soil hydraulic properties measured under lab and field conditions, (ii) their effect on soil water dynamics and (iii) discuss approaches to incorporate observations at the field scale into a theoretical framework.

## How will organic carbon dynamics in subsoils respond to global warming? Insights from a whole soil profile warming experiment

Cyrrill U. Zosso (GIUZ), Nicholas O. E. Ofiti (GIUZ), Jennifer L. Soong (Lawrence Berkeley National Laboratory), Emily F. Solly (ETH Zurich), Margaret S. Torn (Lawrence Berkeley National Laboratory), Guido L.B. Wiesenberg (GIUZ), Michael W.I. Schmidt (GIUZ)

Subsoils below 20cm soil depth store half of the soil organic carbon (SOC, total of 1500-2400 GtC) which makes them an important carbon pool in the global carbon cycle. Global warming will increase temperatures over the whole soil profiles, potentially stimulating microbial activity which could cause a release of carbon from the subsoils to the atmosphere. However, subsoil carbon dynamics under global warming are largely unexplored, with important knowledge gaps concerning the response of subsoil microorganisms to warming and the temperature sensitivity of various molecular compounds to degradation.

Here we present results from one of the first whole-soil warming experiments located at Blodgett experimental forest in the Sierra Nevada, CA, USA. The soil-profiles were warmed to 1m depth by +4°C using vertical heating rods. Samples were collected after 4.5 years of continuous warming and analyzed for microbial abundance and community composition (using phospholipid fatty acids, PLFA), as well as plant derived (using suberin and cutin) and pyrogenic (using benzene polycarboxylic acids, BPCA) SOC.

The whole soil warming experiment at Blodgett forest highlights the vulnerability of subsoil organic carbon to decomposition, where even complex plant-derived polymers (-28±3%) and pyrogenic carbon (-37±8%) were less abundant in warmed subsoils after 4.5 years of +4°C warming. Organic carbon in top-soils was not affected by warming. Despite continuously elevated respiration in warmed plots, microorganisms in subsoils were less abundant (-28±9%) and we observed a shift in the microbial community towards organisms which can degrade complex organic carbon. These observations underline that changing carbon dynamics might cause a rapid degradation of previously stable organic carbon in subsoils. Microorganisms were able to degrade complex polymers, which indicates that there is likely no 'heat-proof compound' resistant to degradation in soils. As both, plant-derived polymers and pyrogenic carbon are considered for carbon sequestration purposes, our results add crucial knowledge on the longterm fate of these compounds in subsoils under global warming that needs to be considered.

# Session C

Moderation: Géraldine Bullinger

Näherungsmessverfahren in der Bodenkunde

Méthodes proximales de mesure en sciences du sol

Metodi di misurazione approssimativa nella scienza del suolo

Proxy measurement methods in soil science

## Keynotes

- **Effects of shallow incorporation of cover crop mixtures on short-term nitrogen and organic carbon dynamics in agricultural soils – An on-farm field trial**
- **Scaling-up soil quality assessments: efficient infrared-spectroscopic workflows across space and time**

# Effects of shallow incorporation of cover crop mixtures on short-term nitrogen and organic carbon dynamics in agricultural soils – An on-farm field trial

Simon Oberholzer (GIUB), Markus Steffens (GIUB, fibl), Nadine Harder (GIUB), Klaus Jarosch (GIUB), Chinwe Ifejika Speranza (GIUB)

The short-term effects of two sophisticated cover crop approaches on selected soil fertility parameters were evaluated in a reduced tillage system under organic conditions. A double cover cropping (DCC) scheme, where two cover crops were grown subsequently and shallowly (3 cm) incorporated, was compared with a permanent soil cover approach (PSC), where cover crop biomass was harvested and no aboveground input took place. The field trial was conducted on six fields in Eastern Switzerland in the long fallow period between harvest of winter wheat (end of July) and the sowing of a subsequent spring crop (May). Samples were taken in high spatial and temporal resolution and a combination of near infrared spectroscopy and conventional lab methods was applied.

Soil organic carbon and total nitrogen showed significant but non-consistent changes over time irrespective of the treatment. On the different fields we measured absolute maximum stock changes up to 8.5 % for soil organic carbon and 7.6 % for soil nitrogen. Perma-

ganate oxidizable carbon stocks increased between 3.3 and 10.5 % in both treatments and all fields significantly over time. At the end of the trial the changes in microbial carbon, microbial nitrogen, and mineral N in the DCC treatment exceeded the PSC treatment by a maximum of  $123 \pm 29$ ,  $29 \pm 7$  and  $19 \pm 10$  mg kg<sup>-1</sup>, respectively.

However, these results were quite distinctive on the different fields and only in the case of microbial carbon and microbial nitrogen they were correlated with cover crop aboveground biomass input. Even though concentrations of soil organic carbon and permanganate oxidizable carbon showed a clear linear relationship on the field level ( $R^2$  between 0.18 and 0.82,  $p < 0.001$ ), their stock changes in the short-term were only weakly correlated ( $R^2 = 0.17$ ;  $p < 0.001$ ). The double cover cropping approach with shallow incorporation performed better in microbial biomass and mineral nitrogen but requires more capital and labor input than the PSC approach, where the cover crop biomass can be used in agricultural production.

## Scaling-up soil quality assessments: efficient infrared-spectroscopic workflows across space and time

Philipp Baumann (KOBO)

Die Bodenwissenschaften generell sowie Diagnosen für konkrete Bodenanalysen beruhen unter anderem auf chemischen, biologischen und physikalischen Messgrößen, die wir seit Jahrzehnten im Labor und im Feld messen und qualitativ im Zusammenhang beschreiben. In der Regel sind Bodenanalysen teuer und arbeitsaufwändig. Bodenspektralbibliotheken sind systematische und harmonisierte Sammlungen von gemessenen Spektren von Böden sowie den Referenzanalysen für chemisch-physikalische Bodeneigenschaften. Die Spektren von Bodenproben stellen die Lichtintensität als Funktion der Photonenergie dar, die neben der absorbierten Strahlung diffus von der Bodenoberfläche zurück gestreut werden.

Die Grundlagen der Infrarotspektroskopie im Labor und die mathematisch-statistische Lernmethoden zur Ableitung sowie Interpretation von Bodeneigenschaften sind weltweit bereits etabliert, in der Schweiz aber noch nicht systematisch umgesetzt. In dieser Studie wurde eine erste Version einer schweizweiten Bodenspektralbibliothek mit Spektren im mittleren Infrarotbereich aufgebaut, die einen charakteristischen, aber grossräumliche und zeitlich ausgewählten chemischen Variabilitätskomponenten abbildet. Es wurden in der Studie innovative statistische Lernansätze weiterentwickelt und die räumliche und zeitliche Vorhersage von Humusgehalten in Böden modelliert. Die Studie wurde in Zusammenarbeit mit der Nationalen Bodenbeobachtung an der Agroscope durchgeführt.

Die mit regelbasiertem maschinellen Ansätzen erstellten empirischen Modelle (mid-IR;  $n = 4373$ ; BDM - 1094 Standorte; NABO - 71 Standorte) lieferten insbesondere für organischen Kohlenstoff (Corg gemessen = 0-583 g/kg; root mean squared error (RMSE) = 9.3 g/kg), pH, Totalstickstoffgehalte, und Ton (alle  $R^2 > 0.8$ ), aber auch für die Kationenaustauschfähigkeit ( $R^2 = 0.73$ ) relativ gute Resultate.

Um eine Spektralbibliothek für Böden gezielt für weitere Bodenprojekte zu nützen, benötigt es weitere systematische Tests für eine möglichst breite Variation von Böden. Vorzugweise könnten solche Testreihen in Bodenkartierungen (z.B. für die Leitprofile) durchgeführt werden. Dabei ist es wichtig, der Repräsentanz für Schweizer Bodenverhältnisse in Anwendungen gerecht zu werden. Die Anwendung kann auf gute Grundlagenforschung zurückgreifen, jedoch braucht es ein grundsätzlicher Aufbau von Prozessinfrastruktur sowie eine Mindestanzahl von analytischen Referenzmessungen für eine fundierte Validierung, Adaptierung und Übertragung der kontinuierlich erweiterten Bibliotheken. Mit der Etablierung einer nationalen Spektralbibliothek für Bodeneigenschaften wie pH, Humus, Textur u.a. andere Basisgrößen, könnten zukünftig in Bodenkartierungen als auch in sonstigen Bodenuntersuchungen diese kostengünstig mit spektroskopischen Messungen bestimmt werden. Eine Mindestanzahl an Referenzanalysen für einen kleinen Teil der Bodenproben wird aber immer erforderlich sein.

# Session D.1

Moderation: Rolf Krebs

**Bodenkartierung - eine Kompetenz mit Zukunft!**

**La cartographie des sols - une compétence qui a de l'avenir!**

**Mappatura del suolo - una competenza dal futuro promettente!**

**Soil mapping – a competence with a future!**

## Keynotes

- **«g oder gg?»**
- **Erste Schritte für Ausbildungskonzept zur Förderung von Fachpersonal für die Bodenkartierung: «état des formations actuelles et avis des spécialistes»**
- **Bodenkartierung: Erfahrungen aus der Praxis**

## «g oder gg?»

### Markus Steger (LANAT, Kt. Bern)

Der Kanton Bern hat sich mit der 'Umweltstrategie der Wirtschafts-, Energie- und Umweltdirektion 2021' zum Ziel gesetzt, bis 2030 die Fruchtfolgefleichen und bis 2035 die gesamte Kantonsfläche bodenkundlich zu kartieren. Aktuell sind rund 10 % des Landwirtschaftsgebiets im Massstab 1:5000 oder höher aufgelöst kartiert. Im Rahmen des Wyss Academy Projektes 'LANAT\_1' wird durch die HAFL bis 2023 auf einer Fläche von rund 1000 ha unter Begleitung des KOBO eine Bodenkartierung mit der Methode Digital Soil Mapping durchgeführt. Hauptzweck dieser Kartierung ist die Entwicklung von möglichen neuen Kartieransätzen, welche zu einer Erhöhung der Flächenleistung führen könnten.

Im Hinblick auf die mit grosser Wahrscheinlichkeit durchzuführende flächendeckende Bodenkartierung der Schweiz und unter Berücksichtigung der Schwierigkeiten bei der Vergabe von aktuellen Kartieraufträgen (z.B. Kt. LU), stellen sich für den Kanton Bern folgende Fragen:

- Wie wird sichergestellt, dass für das Erreichen der kantonalen Bodenkartierziele ausreichend qualifiziertes Fachpersonal zur Verfügung steht?

- Was können der Kanton Bern, die massgebenden Bundesämter, die BGS, die Privatwirtschaft, die Hochschulen und potentielle Stakeholder von Bodeninformationen beitragen, dass die Bodenkartierziele von Bund und Kantonen erreicht werden?

- Wie teuer darf die Beschaffung von flächendeckenden Bodeninformationen sein?

Der Regierungsrat des Kantons Bern hat in seiner Sitzung Anfangs März 2022 beschlossen, die Bodenkartierung von prioritären Flächen vor dem Start der schweizweiten Bodenkartierung zu prüfen. Die Fachstelle Boden sieht diesen Beschluss als Chance, im Rahmen von Pilotprojekten die methodische Entwicklung der Bodenkartierung als auch die Ausbildung von bodenkundlichem Kartierfachpersonal mit zu fördern.

## Erste Schritte für ein Ausbildungskonzept zur Förderung von Fachpersonal für die Bodenkartierung: „état des formations actuelles et avis des spécialistes »

### Roman Berger (ZHAW), Emilie Carrera (KOBO) und Armin Keller (KOBO)

Mit dem Bundesratsbeschluss vom 8. Mai 2020 hat der Bundesrat das UVEK und das WBF beauftragt, ein Konzept für eine schweizweite Bodenkartierung auszuarbeiten, welches einen Vorschlag für das Vorgehen und für die Finanzierung der Arbeiten umfasst. Neben den technischen, finanziellen und organisatorischen Fragen stellt die Ausbildung von Fachpersonal zur Kartierung von Böden eine zentrale Voraussetzung für eine Ausweitung der Bodenkartierungsaktivitäten dar. Die personellen Kapazitäten für die Kartierung soll durch gezielte Ausbildung erhöht, sowie die Koordination und Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Fachdisziplinen gefördert werden.

Gegenwärtig arbeitet das KOBO in Zusammenarbeit mit externen Partnern an einem Ausbildungskonzept zur Förderung von Fachpersonal in der Bodenkartierung. Die Ansprüche und zu beachtenden Rahmenbedingungen sind sehr vielfältig. Grundsätzlich wird angedacht sowohl die Ausbildung im Rahmen des CAS Bodenkartierung weiter auszubauen als auch mögliche Varianten für die praxisnahe Aus- und Weiterbildung von Fachpersonal in laufenden Bodenkartierungen zu beleuchten. Der Vortrag geht auf erste Ergebnisse von Vorarbeiten ein. Es wurden Fachpersonen von Bund, Kanton, Hochschulen und Privatwirtschaft zu ihren Erwartungen an das Konzept befragt, und der aktuelle Stand der Curricula von Studiengängen mit bodenkundlichen Inhalten in der Schweiz recherchiert.

# Bodenkartierung: Erfahrungen aus der Praxis

Michael Wernli (Soilcom GmbH)

In den letzten Jahren ist die Nachfrage nach Personen mit Bodenkartiererfahrung in der Schweiz gestiegen, weshalb die Ausbildung von Nachwuchsfachkräften für die Umsetzung von Aufgaben und Aufträgen der Bodenkartierung notwendig ist. Das Handwerk der Bodenkartierung zu erlernen ist komplex. Einerseits tappt man im Dunkeln, weil Bodeninformationen in der dritten Dimension nur Bohrung um Bohrung erhoben werden können und sich ein Gesamtbild der Bodenausprägung erst nach mehreren Bohrungen ergibt. Andererseits bestehen die Bodeneinheiten aus einer Vielzahl von Parametern, die gegeneinander abgegrenzt werden sollen, und das bei einer teilweise sehr grossen Heterogenität des Bodens.

Selbständige Bodenkartierende, die ohne Anleitung von Experten Bodenkarten anfertigen können und dürfen, benötigen neben einer wissenschaftlichen Grundausbildung je nach Projekt 500 bis 1000 ha kartierte Fläche. Wie ist das für Berufseinsteigende zu erreichen? Eine Einstiegsmöglichkeit ist das CAS Bodenkartierung mit theoretischen Inhalten und einem starken Fokus auf die praktische Bodenkartierung. Danach braucht es aber noch immer eine mehrjährige, intensive Kartiertätigkeit, um die nötige Fläche und Erfahrung zu sammeln. Eine solche Ausbildung kostet rund 50'000 Fr. Insbesondere für kleinere Firmen birgt eine Investition in dieser Grössenordnung erhebliche Risiken.

Um dieser Problematik vorzubeugen, startete der Kanton Luzern in einem Ausbildungsprojekt, bei dem explizit Personen mit nur sehr wenig Erfahrung in Bodenkartierung die Feldarbeiten ausführen. Die auszubildenden Personen werden intensiv durch erfahrene Expertinnen und Experten angeleitet. Diese sind gleichzeitig verantwortlich für die Qualität des Produktes. Die Auszubildenden fertigen im Rahmen dieses Projekts eine Bodenkarte über 70-80ha Landwirtschaftsfläche an und sind in jeden Arbeitsschritt involviert (Vorsondierung, Profilsprache, Flächenkartierung). Die begleitenden Experten tragen dabei das Risiko für die Qualität der Arbeit und werden für den Betreuungsaufwand entschädigt. Eine Expertin betreute dabei 2 Personen. Zu bedenken ist bei diesem Vorgehen, dass die Kartierung langsamer abläuft, es ein grosses Mass an Koordination der Beteiligten braucht und die Projektkosten rund doppelt so hoch sind, wie für eine solche Fläche üblich. Die bisherigen Erfahrungen sind in der Summe jedoch äusserst positiv. Mit solchen Projekten kann eine Möglichkeit geschaffen werden, das Risiko für die Ausbildung zu verteilen und den notwendigen Bedarf an Fachpersonen aufzubauen.

# Session E

Moderation: Laure Mäder

Bodenkundliche Baubegleitung im Fokus

Focus sur les spécialistes de la protection des sols sur les chantiers

Focus sull'accompagnamento dei lavori nei cantieri da parte di pedologi

Focus on soil conservation on building sites

## Keynotes

- **La gestion des matériaux terreux sur les chantiers de construction : à l'interface entre OSol et OLED**
- **Bodenschutz ist mehr als BBB**
- **Fonctions du sol & approche systémique**
- **Übersicht über europäische Richtlinien und Best-Practice-Beispiele zum Bodenschutz im Strassenbau**
- **Umfahrung Mellingen - Klärung externe Wiederverwertung abschliessend vor Baustart**



# La gestion des matériaux terreux sur les chantiers de construction : à l'interface entre OSol et OLED

Véronique Maître (pEaudSol), Irène Birolini (Prona Romandie SA)

Soumis à forte pression dans le contexte de la construction en Suisse, le sol est une ressource naturelle que les pédologues et les spécialistes de la protection des sols sur les chantiers s'évertuent à protéger et à conserver en vue d'une valorisation en tant que tel dans d'autres endroits. A partir du moment où il est décapé, le sol devient un « matériau terreux » et correspond à un déchet qu'il convient de valoriser, au sens de la loi sur la protection de l'environnement (LPE). La législation suisse fournit les bases pour obliger les maîtres d'ouvrage à valoriser les matériaux terreux en tenant compte des risques d'atteintes nuisibles ou incommodes sur l'environnement dans l'ordonnance sur l'élimination des déchets (OLED).

Le spécialiste de la protection des sols doit donc adopter une démarche pluridisciplinaire lorsqu'il est chargé de la gestion des matériaux terreux sur un chantier de construction. De ce fait, il se heurte très

souvent à une incompréhension dans les objectifs visés, les termes utilisés et les méthodes à adopter pour évaluer les filières de valorisation des matériaux terreux décapés. Dans ce sens, l'OFEV a publié en 2021 le module « Évaluation des sols en vue de leur valorisation » de l'aide à l'exécution « Construire en préservant les sols » dans la série « L'environnement pratique ». Ce module décrit les principes à appliquer pour l'évaluation des conditions de valorisation des matériaux terreux décapés au regard des propriétés physiques, de la pollution chimique et de la pollution biologique de ceux-ci. Néanmoins, il reste encore de nombreux points qui ne sont pas suffisamment clairs pour être appliqués de manière simple et sans équivoque. Notre keynote soulève les principaux problèmes récurrents rencontrés dus à une interprétation différente des divers intervenants d'un chantier. Un des points exposés correspond à l'approche à adopter dans le cas de suspicion de pollution chimique des matériaux terreux.

## Bodenschutz ist mehr als BBB

Jens Bohne (CSD Ingenieure AG)

Der Bodenschutz beinhaltet verschiedene Themenbereiche und Akteure: In der Landwirtschaft hat sich bereits vor vielen Jahren die Erkenntnis durchgesetzt, dass grosse und leistungsfähigen Maschinen eingesetzt werden, um günstige Verhältnisse für die Bodenbearbeitung optimal auszunutzen. Ebenso werden seit Langem Massnahmen getroffen den Bodendruck bei der Bodenbearbeitung zu minimieren, beispielsweise durch die Montage von Gitterrädern, Doppelbereifungen usw.

Die Bodenkunde stellt in der Lehre eine eigene Disziplin dar. Das Verständnis über das Verhalten der Böden und die in den Böden ablaufenden Prozesse erlauben es, wirksame und individuelle Bodenschutzmassnahmen zu formulieren. Die Notwendigkeit eines gezielten Bodenschutzes ist in der Lehre seit vielen Jahren etabliert. Die Politik hat in den letzten Jahrzehnten mit der Umweltschutzgesetzgebung und weiteren Massnahmen massgeblich dazu beigetragen, dass der Boden in der breiten Bevölkerung als endliche Ressource und schützenswertes Gut wahrgenommen wird.

Bei der BBB steht der Boden in seiner Funktion als Baugrund im Vordergrund. Sie ist ein wichtiger und entscheidender Faktor die Ressource Boden im Bauprozess zu schützen. Die BBB ist ein allseits akzeptierter Partner beim Bauprozess geworden.

Generell sind die genannten Akteure gut miteinander vernetzt. Ein Defizit besteht allerdings zwischen der BBB und der Landwirtschaft. Bei der BBB hat sich in den letzten Jahren z.B. durch die zunehmenden Aufgaben im Zusammenhang mit der FFF-Kompensation die Schnittstelle mit der Landwirtschaft verstärkt. Die Zusammenarbeit gestaltet sich häufig schwierig und es ist ein gegenseitiges Misstrauen spürbar. Da die Zusammenarbeit von BBB und Landwirtschaft ein grosses Potential zum Schutz der Ressource Boden beinhaltet, erscheint es sinnvoll, das Verhältnis und die Zusammenarbeit zwischen BBB und Landwirtschaft zu verbessern. Als Ausgangspunkt werden drei einfache Massnahmen als zielführend erachtet:

- Förderung des Verständnisses bei der BBB wie ein landwirtschaftlicher Betrieb funktioniert und was es bedeutet den Lebensunterhalt in der Landwirtschaft zu verdienen.
- Förderung des Verständnisses bei der BBB hinsichtlich der Zusammenhänge im Acker- und Futterbau. Dies umfasst beispielsweise die Rahmenbedingungen für die Erstellung einer Fruchtfolge.
- Zudem sollte den BBB mehr Grundlagenwissen hinsichtlich der landwirtschaftlichen Bodenbearbeitung vermittelt werden (wann und warum werden welche Maschinen eingesetzt).

# Fonctions du sol & approche systémique

Marc-André Dubath (Basler & Hoffmann SA)

„Buy land, they're not making it anymore.“ Mark Twain

La finitude de notre territoire est un fait. Dans le constant réarrangement des utilisations sur ce territoire, nous sommes à la recherche d'un équilibre dynamique pour maintenir ou recréer les conditions indispensables à la vie. Nos sols fournissent des services essentiels aux espaces de vie, en assumant notamment les fonctions de production, de régulation et d'habitat. Ces fonctions sont fortement affectées par les utilisations actuelles du sol qui ne sont souvent pas durables.

Les fonctions du sol sont au cœur de la Stratégie Sol de la Confédération et de son nouveau paradigme pour une gestion durable des sols. Cette stratégie vise à l'horizon 2050 la consommation zéro nette de sol. Les fonctions du sol sont à restaurer ailleurs lorsqu'elles sont perdues à un endroit. De plus, les sols doivent réduire les impacts d'autres déséquilibres comme le dérèglement climatique (stockage du carbone, régulation des fortes précipitations, des îlots de chaleur, des sécheresses (cf. session A)).

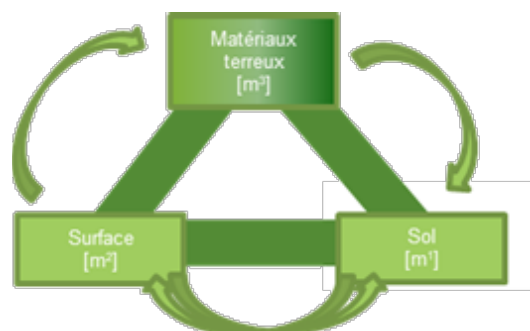
Une action décisive et rapide est requise pour relever le défi d'une gestion durable des sols. Celle-ci est hautement complexe. En effet, non seulement les interdépendances entre les fonctions, les propriétés et les utilisations du sol sont fortes. La multiplicité des parties prenantes, leurs intérêts économiques, les particularités régionales, la diversité de valeurs sont autant de champs d'influence qui viennent interagir avec les domaines d'actions déjà identifiés par la Stratégie Sol (acquisition de données pédologiques, sensibilisation, exécution et législation).

Dans cette complexité et au vu de l'importance cruciale de la gestion durable du sol, il est nécessaire, en chemin vers 2050, d'agir dès maintenant dans l'incertain. Une approche linéaire qui exigerait une connaissance préalable exhaustive des sols pour agir serait vouée à l'échec, ne serait-ce que par manque de capacités en dépit des progrès méthodologiques (cf. sessions C & D). Comment agir déjà de manière cohérente pour assurer les fonctions essentielles du sol, avec l'adhésion des parties prenantes? Dans cette complexité, une approche systémique s'impose.

Cette présentation explore des exemples pratiques de compensation des surfaces d'assolement et de mise en œuvre de l'obligation d'utiliser les sols selon l'OLED à différentes échelles, et soulève les questions du terrain:

- Quelles sont nos valeurs: conservation, réhabilitation, amélioration de sols? Pour quelles fonctions?
- Les outils de télédétection révèlent que les sols anthropiques sont largement répandus. Est-il judicieux de considérer ce critère pour réaliser une réhabilitation?
- Faudrait-il privilégier l'identification par ces mêmes outils des déficits de croissance et améliorer la fonction de production?
- Flux et stocks de sols et de matériaux terreux: Comment concilier concrètement aménagement du territoire, protection des sols et valorisation des matériaux terreux sur le terrain?
- Les rares sols anthropiques dégradés réhabilitables deviendront-ils le nouvel eldorado des bâtisseurs?
- Diversité des géographies cantonales, de leurs sols, du tissu économique, des politiques et des objectifs de développement. Quel cadre et quelle souplesse offrir pour la mise en œuvre d'une gestion durable des sols?
- Concrètement sur le terrain, pour les porteurs de projet: quelles sont les fonctions à rétablir, où, quand, combien, comment? Est-ce réalisable?
- Maintien de quotas et identification de nouvelles surfaces d'assolement: un droit de consommer du sol?

La présentation souligne ainsi les défis, mais surtout les opportunités offertes par le nouveau paradigme des fonctions du sol de la Stratégie Sol Suisse. Elle plaide pour l'intégration d'une approche systémique pour accompagner ce changement de paradigme.



# Übersicht über europäische Richtlinien und Best-Practice-Beispiele zum Bodenschutz im Strassenbau

Tim Geiges, Silvia Tobias (WSL)

Der Straßenbau hat durch Flächenverbrauch, Bodenversiegelung und Erdarbeiten während des Baus erhebliche negative Auswirkungen auf den Boden. Daher sind Bodenschutzmaßnahmen bei Straßenbauprojekten von grosser Bedeutung. Im internationalen Projekt «RoadSoil» werden neue Methoden und Instrumente zur Bewertung der Auswirkungen des Straßenbaus auf den Boden entwickelt und evaluiert. Das RoadSoil-Projekt wird finanziert durch die `Conference of European Directors of Roads' CEDR und zum Projektteam gehören Partner vom Norwegischen Institut für Bioökonomieforschung NIBIQ, der Schwedischen Universität für Agrarwissenschaften SLU und der Eidgenössischen Forschungsanstalt WSL.

Als Teil dieses Projektteams führten wir an der WSL eine Literaturrecherche und Dokumentenanalyse in ausgewählten europäischen Ländern durch, hinsichtlich der Verfügbarkeit von Vorschriften, Richtlinien und Bodeninformationen zur Vermeidung, Verminderung und Kompensation negativer Einflüsse auf den Boden in der Planungs- und Bauphase von Straßenbauprojekten. Darüber hinaus haben wir Best-Practice-Beispiele aus der Planungs- und Bauphase gesammelt und die Bodenschutzstrategien zwischen den untersuchten Ländern verglichen.

Unsere Ergebnisse zeigen, dass die meisten Länder über Richtlinien und andere Informationen zum Bodenschutz verfügen und die Probleme eher bei der richtigen Umsetzung liegen. Häufig fehlen flächendeckende Bodenkarten, die in Bezug auf Inhalt und Auflösung für die Praxis nützlich sind. Bei der Verfügbarkeit von Dokumenten gab es Unterschiede zwischen Ländern, die sich hauptsächlich auf Publikationen der EU beziehen, und anderen, die ihre eigenen nationalen und regionalen Vorschriften und Leitlinien bereitstellen.

Nebst dem bewährten System der Bodenkundlichen Baubegleitung in der Schweiz, welches international noch immer sehr einzigartig ist, zeigen unsere Beispiele auch, dass beispielsweise der Einsatz neuer digitaler Technologien zur Verringerung der versiegelten Fläche beitragen kann und die kreative Verwertung von überschüssigem Aushubmaterial zu einer Verbesserung der Bodenqualität und einzelnen Bodenfunktionen führen kann. Derzeit erarbeiten wir eine Umfrage, bei der auch BGS-Mitglieder eingeladen sind, mit ihrem Fachwissen zur Evaluierung der europäischen Bodenschutzmassnahmen beizutragen. Die Ergebnisse des RoadSoil-Projekts tragen zu zeitgemässen Richtlinien und Entscheidungshilfen für zukünftige Strassenbauprojekte in Europa bei.

## Umfahrung Mellingen - Klärung externe Wiederverwertung abschliessend vor Baustart

Martina Collenberg (Sieber Cassina + Partner AG), Dominik Müller (Abteilung für Umwelt, Kt. Aargau)

Die Umfahrung Mellingen entlastet die stark belastete historische Altstadt und deren Zufahrtsachsen vom Verkehr. Das Projekt besteht aus zwei Abschnitten, den zugehörigen flankierenden Massnahmen sowie den ökologischen Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen. Für die Realisierung der Entlastungsstrasse werden Böden grossflächig definitiv wie auch temporär beansprucht, davon 4.34 ha FFF definitiv. Gemäss den Auflagen den kantonalen Stellungnahmen muss die Verwertung des gesamten anfallenden Ober- und Unterbodens vor Baubeginn der Umfahrung Mellingen abschliessend geklärt sein (Zielflächen, Baubewilligungen, etc.).

Insgesamt wurde von einer anfallenden Gesamtkubatur von 19'000 m<sup>3</sup> Oberboden und 4'000-9'000 m<sup>3</sup> Unterboden ausgegangen. In Absprache mit der Bauherrschaft (Kt. AG, Departement BVU, Abteilung Tiefbau) wurde eine Entscheidungsgrundlage erstellt, welche die möglichen Verwertungsvarianten (externe Verwertung über die Bauunternehmung, externe Verwertung durch die Bauherrschaft sowie Verwertung im Rahmen von eigenen FFF-Kompensationsprojekten) anhand der Aspekte Kosten, Risiken, Chancen, Termine, Submission, Depotflächen, Bewilligungsverfahren sowie Folgebewirtschaftung gegenüberstellte. Auf Basis dieser Entscheidungsgrundlage wurde entschie-

den, eine externe Wiederverwertung des anfallenden Bodens über die Bauherrschaft umzusetzen. Mit zwei externen Abnehmern wurde die Verwertung des Ober- und Unterbodens vor Baubeginn durch die Bauherrschaft vertraglich gesichert. Die beiden Abnehmer erstellten Zwischenlagerflächen, um den Boden annehmen zu können. Die vereinbarte Kubatur sowie die Transportdistanzen zu den Abnehmern wurden in die Submission der Bauarbeiten integriert.

Während den Bauarbeiten erfolgte ein intensiver Austausch in Bezug auf die qualitativen Anforderungen des abgetragenen Bodens zwischen den beiden externen BBB's sowie der BBB der Umfahrung Mellingen. Dies war vor allem notwendig, da im Projektperimeter sehr heterogene Bodeneigenschaften (Fluvisole, Auffüllungen) vorhanden waren. Während dem Bodenabtrag stellte die Koordination der Schnittstelle Abgeber/ Abnehmer in Bezug auf den Zeitpunkt der Anlieferungen und den verarbeitbaren Kapazitäten die grösste Herausforderung dar. Mit Ausnahme von geringen Restkubaturen konnte der qualitativ geeignete Ober- und Unterboden direkt für die externe Verwertung aufgeladen und zum Abnehmer transportiert werden. Entsprechend konnten Depotflächen sowie die nachfolgende Wiederherstellung und Folgebewirtschaftung auf der Baustelle eingespart werden.

# Abstracts | Poster

Lernen Sie im folgenden Kapitel die Inhalte, der in Session B ausgestellten Poster näher kennen

Découvrez dans le chapitre suivant le contenu des posters présentés lors de la session B.

Per saperne di più sui contenuti dei poster esposti nella Sessione B, vedi il seguente capitolo

Learn more about the contents of the posters exhibited in Session B in the following chapter

**Donnerstag | Jeudi | Giovedì | Thursday**

- Session B

# Summarium | Poster

## **Quelles stratégies Sol pour le climat ?**

Pascal Boivin (HEPIA)

## **Topsoil organic carbon content in Swiss cropland from 1993 to present: highlighting the potential and needs for carbon sequestration**

Xavier Dupla (HEPIA, UNIL), Karine Gondret (HEPIA), Ophélie Sauzet (HEPIA), Eric Verrecchia (HEPIA, UNIL), Pascal Boivin (HEPIA)

## **Evaluation de la qualité structurale d'horizons b remaniés. La méthode subvess est-elle un outil adéquat**

Sara Guil, Stéphanie Grand, Fabienne Favre (HES-SO)

## **Innovative Bodenbewirtschaftungspraktiken in Europa**

Olivier Heller (Agroscope), Claudia Di Bene, Pasquale Nino, Peter Weisskopf, Bruno Huyghebaert, Frédéric Vanwindenkens

## **EJP Soil: Landwirtschaftliche Böden Klimafit machen**

Klaus A. Jarosch (GIUB, Agroscope), Thomas Bucheli, Nompumelelo Dammie, Gina Garland, Miriam Gross-Schmölders, Nikolas Hagemann, Marcel van der Heijden, Olivier Heller, Juliane Hirte, Sonja Kay, Sonja G. Keel, Thomas Keller, Kristy Klein, John Koestel, Jens Leifeld, Frank Liebisch, Jochen Mayer, Reto Meuli, Noemi Peter, Kirsten Rehbein, Leonor Rodrigues, Ferran Romero, Michael Simmler, Florian Walder, Shengchang Zhang, Lutz Merbold.

## **Drying and re-wetting effects on the greenhouse gas balance, nutrient leaching and enzymatic activity of oasis soils in North African drylands**

Nissaf Karbout (WSL, Institute of Arid Region, Tunisia), Mathias Meyer (WSL), Pascal A. Niklaus (UZH), Jörg Luster (WSL)

## **«Inverted Classroom» als neue Lehrmethode in der bodenkundlichen Hochschullehre**

Liv Klemm, Jeannine Wintzer, Klaus A. Jarosch (GIUB)

### **Increasing temperature and flooding enhance arsenic mobility in Swiss soils**

Adrien Mestrot (GIUB), Viktoria Mueller (Institute of Chemistry, University of Graz), Teresa Chavez-Capilla (GIUZ), Joerg Feldmann (Institute of Chemistry, University of Graz)

### **Contrasting Evolution of Siliceous and Calcareous Soils in the Swiss Alps.**

Alessandra Musso (GIUZ), Dmitry Tikhomirov (GIUZ), Michael Plötze, Konrad Greinwald (Albert-Ludwig Universität Freiburg), Markus Egli (GIUZ)

### **Antimony mobility in flooded shooting rangeland soils under current and future climatic conditions**

Ursina Morgenthaler (GIUB), Stephanie Pfister (GIUB), Karen Viacava (GIUB), Moritz Bigalke (GIUB), Isabelle Worms (UNIGE), Adrien Mestrot (GIUB)

### **Swiss mountain soil ecology project**

Sarah Semeraro, Sergio Rasmann, Claire Le Bayon (UNINE)

### **Pedotransfer functions for Swiss forest soils to quantify root water uptake**

Julian Schoch (ETH Zurich), Peter Lehmann (ETH Zurich), Lorenz Walthert (WSL), Andrea Carminati (ETH Zurich)

### **Bedarf und Anforderungen der Kartierausbildung**

Simon Tanner, Madlene Nussbaum, Liv Kellermann Stéphane Burgos (Forschungsgruppe Boden, HAFL)

### **How to make the Sustainable Plant Protection Transition happen?**

#### **The Action plan**

Natacha Van Groeningen, Abdallah Alaoui (CDE)

### **Räumliche Extrapolation von Bodeneigenschaften: Wo graben für optimalen Informationsgewinn?**

Stephan Zimmermann, Madlene Nussbaum, Andri Baltensweiler, Katrin Meusburger

# Quelles stratégies Sol pour le climat ?

Pascal Boivin (HEPIA)

Les sols ont gagné en visibilité auprès de la société et des décideurs, notamment avec la question climatique et les perspectives importantes de séquestration de carbone soulevées à la COP21 (initiative 4/1000). L'adaptation des sols au changement climatique est aussi devenue une préoccupation. Cette sensibilisation rapide s'accompagne d'une prise de conscience des enjeux environnementaux liés aux sols et du rôle des sols comme clé de voûte des services écosystémiques. L'urgence, de mieux en mieux ressentie, suscite un grand nombre de débats, de réflexions, de recherches et de stratégies, de la part des scientifiques mais aussi désormais de très nombreux acteurs. Pour permettre à notre communauté de ne pas manquer ce grand rendez-vous, il faut prendre la mesure de toutes les dimensions, de l'échelle de la parcelle et de la technique à l'échelle des grandes politiques. Le but de cette communication est d'en faire un point aussi complet que possible.

Doit-on privilégier la qualité des sols ou la séquestration de carbone? Quelles sont les conséquences de ces choix? Quels acteurs sont concernés? Quelles méthodes peut-on envisager et quel est leur potentiel? Quelles sont leurs limites, les conditions de leur succès, les pièges à éviter?

S'appuyant sur les projets en cours, et la vision rassemblée à Eurosoil 2021, cette communication propose un rapide tour d'horizon de ces questions, aux échelles Suisses et Européennes, du point de vue de différentes catégories d'acteurs, et des enjeux qui se présentent pour les sols, afin de permettre à la communauté des pédologues de se situer au mieux dans cette dynamique. Les points de vue discutés couvriront les aspects purement scientifiques associés à la question de la séquestration notamment de qualité des sols, de potentiel de séquestration et de réversibilité, les déterminants agronomiques de cette séquestration, et les questions de management agro-environnemental associées, avec leurs conséquences sur les indicateurs que la science du sol doit proposer. Ces points seront mis en relation avec les grandes stratégies qui se développent, que ce soit par les grandes entreprises de la chaîne de valeur, les associations et fondations, les acteurs économiques du «carbone», et les décideurs territoriaux, notamment au niveau de l'Union Européenne.

## Topsoil organic carbon content in Swiss cropland from 1993 to present: highlighting the potential and needs for carbon sequestration

Xavier Dupla (HEPIA, UNIL), Karine Gondret (HEPIA), Ophélie Sauzet (HEPIA), Eric Verrecchia (HEPIA, UNIL), Pascal Boivin (HEPIA)

Sequestering CO<sub>2</sub> as soil organic carbon (SOC) in agricultural soils is considered both a cost-effective and viable negative emission technology to mitigate greenhouse gas emissions. However, the possibility to increase SOC content is highly disputed. The visions developed based on research-field experiments may be pessimistic. It is well known, however, that on-farm results may sharply depart from research experiments results.

This study used large regional databases (> 40'000 analyses) of the 0-20 cm topsoil SOC content from the mandatory soil analyses performed for agricultural subsidies in Geneva, Vaud and (in progress) Jura cantons. We quantified the minimum cropland topsoil SOC content deficit by comparing the observed SOC to clay ratios with standard and realistically achievable SOC:clay ratios. Pairs of successive SOC content analyses on the same field allowed estimating the SOC content change rates.

In Vaud, Geneva and Jura, the 0-20 cm topsoil displayed a minimum SOC content deficit of 20%, 70% and 30%, respectively. The SOC content change rates from 1993 to present ranged from less than -30 to more than +30% per year, with a median value of 0. However, the time trends showed a highly significant linear increase of mean SOC annual change rate, from about -5% in 1995 to about +6% in 2015 well beyond the annual +4% goal set by the global 4 per 1000 Initiative at the Cop21 in Paris.

These encouraging trends were attributed to the Swiss agri-environmental schemes applied from the end of 20th century, namely mandatory cover crops and minimum rotations of 4 crops. Furthermore, SOC content increase was coherent with the continuing adoption of minimum tillage, conservation agriculture and multi-species intense cover crops.

# Evaluation de la qualité structurale d'horizons b remanié. La methode subvess est-elle un outil adéquat

Sara Guil, Stéphanie Grand, Fabienne Favre (HES-SO)

Les fonctions d'un sol dépendent de la qualité de structure d'un sol. Cette dernière peut être appréciée visuellement via des méthodes d'observation telle que la méthode Sub-VESS (Subsoil Visual Evaluation of Soil Structure). En Suisse, la loi impose la revalorisation des matériaux terreux exportés hors d'un chantier dans la mesure du possible. Un tri se fait in situ pour évaluer la qualité des sols. La structure étant la propriété la plus impactée sur le chantier, il est nécessaire de disposer d'une méthode rapide et fiable pour évaluer sa qualité. Sur cette base de connaissance, un tri entre sols réutilisables et non réutilisables peut être fait. Les horizons A sont généralement préservés et réutilisés, ce qui n'est pas le cas des horizons B dont une part est destinée à la décharge si elle est de mauvaise qualité.

51 Échantillons d'horizons B remanié à partir de stocks de sols ont été analysés in situ dans le canton de Vaud par la méthode SubVESS. Des courbes de retrait ont été réalisées sur ces échantillons: les valeurs dégagées de ces courbes sont considérées comme valeurs vraies et les valeurs SubVESS y ont été comparées. La caractérisation des sols (teneur en matière organique,

texture, CEC) a été réalisée afin de déterminer le panel de sols contenu dans l'échantillonnage. Les échantillons obtenus dans ce travail se situent dans une gamme de texture limoneuse avec de faibles teneurs en argile, ainsi que de faibles teneurs en TOC. Ces résultats ont permis d'obtenir un panel de scores SubVESS différents pour cette gamme de texture. Cependant, elle n'a pas permis d'obtenir un panel de texture de sols différente.

Des résultats significatifs ont été démontrés entre les résultats obtenus avec les courbes de retraits et les résultats SubVESS obtenus sur le terrain. Les variables en lien avec la macroporosité, la densité et certains paramètres traduisant la stabilité d'un sol ont obtenu des différences significatives entre les classes de scores SubVESS. Cette étude a montré que la méthode SubVESS est capable de déterminer si un horizon B remanié était de bonne qualité structurale ( $S_{sq} < 3$ ) ou de mauvaise qualité structurale ( $S_{sq} > 4$ ). En revanche, les tests menés n'ont pas permis de classer les scores  $S_{sq} = [3;4]$  comme étant une bonne ou une mauvaise qualité structurale.

## Innovative Bodenbewirtschaftungspraktiken in Europa

Olivier Heller (Agroscope), Claudia Di Bene, Pasquale Nino, Peter Weisskopf, Bruno Huyghebaert, Frédéric Vanwindenkens

Vieffältige landwirtschaftliche Praktiken zur Förderung der Bodenqualität sind bekannt und werden in verschiedenen Teilen Europas angewendet und erforscht. Die Verbreitung und Anwendung dieser Praktiken ist aufgrund von bio-physikalische und sozioökonomische Faktoren eingeschränkt, somit kann deren Potential um die verschiedenen Bodenbedrohungen anzugehen nicht ausgeschöpft werden.

Das EJP SOIL Projekt «Innovative Soil Management Practices across Europe» (i-SoMPE) hat zum Ziel von Januar 2021 bis März 2022 einen gesamteuropäischen Überblick über angewandte und/oder erforschte landwirtschaftliche Bodenbewirtschaftungspraktiken zu erstellen und das Potential dieser Praktiken zur Adressierung der verschiedenen Soil Challenges identifiziert. Ausserdem wird Verbreitung der Praktiken in unterschiedlichen agroökologischen Zonen abgeschätzt. Weiterhin werden die bio-physikalische und sozioökonomische Faktoren welche die Verbreitung

der Praktiken einschränken anhand von Case Studies identifiziert. Zur Erarbeitung des Inventars stehen die fachlichen und regionalspezifischen Expertisen von Partnern aus 24 Ländern zur Verfügung. Weiterhin wird in i-SoMPE eine geodatengestützte Methodik entwickelt, welche die standortspezifische Eignung einer landwirtschaftlichen Bewirtschaftungspraxis beurteilen kann. Dabei werden Informationen wie Bodentyp und -eigenschaften, Geländeform, Klima, Landnutzung verwendet.

Aus der europäischen Literatur wurden 58 gut dokumentierte Praktiken identifiziert. Weiterhin würden über 100 weniger gut dokumentierte Praktiken von den Partnerinstitutionen im Inventar eingegeben. Die Ergebnisse von i-SoMPE bieten Wissenschaft, Politik und Praxis eine Grundlage zur weiteren Abschätzung des Potentials von unterschiedlichen Bodenbewirtschaftungspraktiken zur Adressierung von gesamteuropäischen und regionsspezifischen Soil Challenges.



# EJP Soil: Landwirtschaftliche Böden Klimafit machen

Klaus A. Jarosch (GIUB, Agroscope) et al.

Landwirtschaftlich genutzte Böden sind die Grundlage für eine Vielzahl von Ökosystemdienstleistungen und speichern erhebliche Mengen an Kohlenstoff in der organischen Bodensubstanz. Gleichzeitig tragen viele landwirtschaftliche Nutzungsweisen zum Ausstoss von klimarelevanten Treibhausgasen bei. Das «European Joint Programme SOIL» (EJP Soil) hat unter anderem das Ziel, das Verständnis von landwirtschaftlich genutzten Böden in Bezug auf den Klimawandel zu verbessern. An diesem co-fund Projekt sind insgesamt 24 europäischen Staaten beteiligt. Durch individuelle Projekte innerhalb von EJP Soil werden Forschende sowohl untereinander international vernetzt, als auch durch den «National Hub» mit nationalen Stakeholdern wie kantonalen und Bundesbehörden ins Gespräch gebracht, um wirkungsvoll zu einer nachhaltigen Nutzung der Ressource Boden beitragen.

Die im Rahmen des EJP Soil durchgeführten Projekte mit Schweizer Beteiligung umfassen unter anderem folgende Bereiche:

- Bestandsaufnahmen zu nationalen Bodeninformationssystemen, Langzeitfeldversuchen und praktizierten Landnutzungsmethoden, genutzten Empfehlungs- und Vollzugsinstrumenten
- Feldstudien zu Methoden und Quantifizierung der Kohlenstofffixierung in Moorböden und zur Bedeutung von Wurzelsystemen für Kohlenstoffeinträge in Böden und Anpassung an Trockenstress
- Weiterentwicklungen von Fernerkundungsmethoden zur Bestimmung von Bodenparametern und deren Nutzung im landwirtschaftlichen Kontext sowie Weiterentwicklung von Bodenkohlenstoffmodellierungen.

Die Auswahl und Durchführung der Forschungsprojekte erfolgt in kontinuierlicher Rücksprache mit Kolleginnen und Kollegen unterschiedlicher Interessengemeinschaften (öffentliche Verwaltung, Forschungseinrichtungen, etc.), um eine möglichst rasche Anwendung der erzielten Forschungsergebnisse zu erreichen.

## Drying and re-wetting effects on the greenhouse gas balance, nutrient leaching and enzymatic activity of oasis soils in North African drylands

Nissaf Karbout (WSL, Institute of Arid Region, Tunisia), Mathias Meyer (WSL), Pascal A. Niklaus (UZH), Jörg Luster (WSL)

Although soils in North African drylands are characterized by low organic matter contents, low biological activity, low aggregate stability and a high risk of salinization, they support agricultural activities such as date production. Traditional management using soil amended with animal manure, can maintain a soils nutrient status, restore its water holding capacity and prevent salinization. Parts of this region are predicted to become warmer and dryer in the next decades. Depending on the length of dry spells, intensity of rainfall and the method of irrigation, drying rewetting can affect the stability of the organic amendments with consequences not only for the water and nutrient status of the soils, but also for their greenhouse gas balance and salinization.

We will present the results of a laboratory experiment, in which we assess the risk of manure amended soil to lose nutrients by leaching and to emit greenhouse gases under three soil moisture scenarios. The first scenario mimics the current management practice leading to complete soil desiccation between irrigations with amounts of groundwater that largely exceed the soils water holding capacity. In the second scenario the same amount of water is split into smaller doses at a higher frequency, in order to avoid excess water addition and complete drying between irrigations. We hypothesize that in scenario 1, Birch effects will lead to high leaching losses of nutrients and to temporary large CO<sub>2</sub> and N<sub>2</sub>O emissions, whereas in scenario 2 leaching losses can be avoided effectively and greenhouse gas emissions minimized.

# «Inverted Classroom» als neue Lehrmethode in der bodenkundlichen Hochschullehre

Liv Klemm, Jeannine Wintzer, Klaus A. Jarosch (GIUB)

Hochschullehre erlebt seit den 1990er-Jahren einen Wandel vom «Unterweisungs-Paradigma» zum «Lern-Paradigma» mit dem Ziel, aktives Lernen und kritisches Denken zu fördern. Dieser Wandel findet mit dem Veranstaltungskonzept des Inverted Classrooms eine praktische Umsetzung. Hierbei können sich die Studierenden bereits vor der Veranstaltung inhaltlich aktiv auf die Lektion vorbereiten. In den Unterrichtslektionen wird dann auf bereits bestehendes Wissen aufgebaut und die Veranstaltung dient hauptsächlich der praktischen Umsetzung respektive dem Üben von Lerninhalten. In der Einführungsvorlesung Landschaftsökologie I / Grundlagen der Bodenkunde am Geographischen Institut der Universität Bern erhielten die Studierenden jeweils eine Woche vor dem Vorlesungstermin zwei Videos mit den Vorlesungsinhalten, zusätzliche Lernmaterialien wie z.B. Demonstrationsvideos zu praktischen Methoden (Fingerprobe, Kalknachweis, etc.) sowie weiterführende Literatur. Zusätzlich konnten die Studierenden ihren aktuellen Wissensstand in einer Online-Selbstevaluation überprüfen.

Während der eigentlichen Vorlesungszeit im Hörsaal konnten die Studierenden verbleibende Fragen zu den Vorlesungsinhalten stellen. Anschliessend erhielten die Studierenden ein Übungsblatt, in dem sie alleine oder in Kleingruppen ihr Wissen praktisch anwenden konnten. Am Ende der Vorlesung erfolgte eine gemeinsame Diskussion zu den Übungsaufgaben im Plenum. Am Ende der Veranstaltung wurde mittels einer Testprüfung und einer Fragebogenumfrage untersucht, welche Lehrmaterialien präferentiell genutzt wurden und wie diese im Zusammenhang mit dem aktuellen Wissensstand stehen. Vorläufige Ergebnisse zeigen, dass die Vorlesungsvideos von 95% der Studierenden tatsächlich zur Lektionsvorbereitung genutzt wurden und somit das Konzept des Inverted Classrooms von den Studierenden angenommen wurde. Mehr als die Hälfte fanden die Lernvideos hilfreich, um bodenkundliche Phänomene beschreiben und erklären zu können. Weitere Zusammenhänge zwischen individuellem Lerntyp, Lernmaterialnutzung und Wissensstand am Ende der Veranstaltung werden in diesem Posterbeitrag diskutiert.

## Increasing temperature and flooding enhance arsenic mobility in Swiss soils

Adrien Mestrot (GIUB), Viktoria Mueller (Institute of Chemistry, University of Graz), Teresa Chavez-Capilla (GIUZ), Joerg Feldmann (Institute of Chemistry, University of Graz)

Reductive dissolution is one of the main reasons for arsenic (As) mobilisation in flooded soils while biomethylation and biovolatilisation are two microbial mechanisms that greatly influence the mobility and toxicity of As. Climate change will lead to more extreme weather events such as flooding and higher temperatures, potentially leading to an increase in As release and biotransformation. Here, we investigated the effects of flooding and temperature on As release, biomethylation and biovolatilisation from two As-rich soils with different pH and As origin. Namely, one acidic, mine impacted Umbric Leptosol from Salanfe (VS) and one pH-neutral, geogenically impacted Calcic Cambisol from Liesberg (BL). Flooded soils incubated at 23°C for two weeks showed an increase of 87% (Liesberg site) and 48% (Salanfe site) in total As concentration of soil solution compared to those incubated at 18°C.

Methylated As and thio-As species were found in acidic soil and soil solution. Elevated temperature enhanced thiolation and methylation although inorganic As remained dominant. We also show that volatile As fluxes increased more than 4-fold between treatments, from 18±5 ng/kg/d at 18°C to 75±6 ng/kg/d at 23°C from Salanfe soil. Our results suggest that high As soils with acidic pH can become an important source of As to the surrounding environment according to realistic climatic scenarios and that biovolatilisation is very sensitive to increases in temperature. However, further investigations in more sites are needed to generalise this statement and these should also include microbial analyses as well as solid-state speciation to better understand the role of S and Fe biogeochemistry in this context.

# Contrasting Evolution of Siliceous and Calcareous Soils in the Swiss Alps.

Alessandra Musso (GIUZ), Dmitry Tikhomirov (GIUZ), Michael Plötze, Konrad Greinwald (Albert-Ludwig Universität Freiburg), Markus Egli (GIUZ)

**M**ountainous landscape evolution is strongly influenced by the balance between soil production and erosion. Fresh glacial sediments are abundant and they are not only easily transported but easily weathered as well. The physical and chemical alteration of the parent material, i.e., soil formation, is especially rapid in young sediments, as the material is abundant in weatherable compounds. Soils developing on parent materials of different mineralogical composition can be expected to do so at different rates and to take different pathways. Soil formation on siliceous parent materials has been widely studied, especially in the Swiss Alps. There are, however, only few studies that systematically trace the evolution of calcareous soils from the early to the more mature stages of soil development. To address this gap, we compared the rates of soil development between two proglacial chronosequences of siliceous and calcareous parent material. We looked at an age span of 30 to 14,000 years. We used element mass balances to determine weathering rates and we measured short- and long-term erosion rates using  $^{239+240}\text{Pu}$  and meteoric  $^{10}\text{Be}$ .

For both chronosequences, we found very high erosion rates in the youngest soils which decreased markedly after 3 – 5 ka of soil development. The weathering rates decreased in a similarly rapid fashion; especially in the calcareous chronosequence. The soil production rates, while also decreasing with higher soil age, outpaced the denudation (i.e., weathering and erosion), leading to an overall prograde development throughout both chronosequences. Despite the very high erosion rates, particularly in the youngest soils, we observed mineral dissolution and transformation reactions, as well as organic matter accumulation early on. We concluded that depending on the relief and vegetational development, it takes up to 10 ka to achieve soil and slope stability. In the early stages of soil development (decades, centuries), the parent material is the dominant factor of soil formation, while at later stages (millennia) the vegetation dominates as it promotes surface stability, complex hydrological pathways and increased chemical weathering.

## Antimony mobility in flooded shooting range soils under current and future climatic conditions

Ursina Morgenthaler (GIUB), Stephanie Pfister (GIUB), Karen Viacava (GIUB), Moritz Bigalke (GIUB), Isabelle Worms UNIGE), Adrien Mestrot (GIUB)

**E**levated concentrations of antimony (Sb) in shooting range soils pose a significant risk for Sb mobilization and subsequent migration to the surrounding environment. Despite its toxicity to plants, animals, and humans, the biogeochemistry of Sb is still poorly understood. A key factor for the mobility of Sb from soils to pore water is the soil water regime, as Sb mobility is greatly increased under flooded soil conditions. Another important driver of Sb mobility might be colloid-facilitated transport, a process that has been found to strongly regulate the mobility of heavy metals. The characteristics and the importance of Sb-bearing colloids, however, are largely unknown and studies on Sb mobility rarely differentiate between the dissolved and the colloidal fraction. With climate change, floods, and thus the risk of Sb mobilization from contaminated soils, are expected to increase. We investigated Sb mobility from two flooded shooting range soils incubated under present and predicted Swiss summer temperatures. The soils were classified as Cambisol and Technosol with Sb concentrations of 58 mg kg<sup>-1</sup> and 420 mg kg<sup>-1</sup>, respectively. Along with a series of explanatory variables, total Sb concentrations were measured in the colloidal and dissolved size fraction of the pore water. Additionally, a subset of samples was analyzed with asymmetric flow field-flow fractionation (AF4) coupled to ICP-MS to determine the abundance and nature of Sb-bearing colloids. To our knowledge, this is the first study investigating the effect of temperature on Sb release from contaminated soils.

We observed a three-phased pattern in the Sb concentration of the pore water over time, which was characterized first by a strong and sudden increase within the first hours after flooding, then by a sharp decrease in Sb concentration between one and four days after flooding, and finally again by a slow but steady increase of Sb. This typical pattern of Sb release has been observed before in shooting range soil and can be explained by the gradually decreasing redox potential with time after flooding. The Sb concentration in pore water reached up to 600 µg kg<sup>-1</sup> and the Swiss threshold value for drinking water of 5 µg L<sup>-1</sup> was exceeded in every measuring point. Most of the Sb was present in the dissolved fraction of the pore water, but colloidal Sb also played a part in the Sb release. Analysis with AF4-ICP-MS showed that the colloidal Sb was predominantly bound to smaller soil colloids, such as humic substances. The effect of incubation temperature on the release of Sb was controversial: In the highly contaminated soil, the higher temperature lead to an increase in the Sb concentrations in pore water, while the opposite was true for the moderately contaminated soil. Generally, our study confirms previous findings, which showed that Sb contaminated soils hold a high potential of releasing Sb to the surrounding environment, especially within the first hours after flooding. The effect of increased temperature, and thus of future climatic conditions, on the environmental risk of Sb is complex and remains unclear.

# Swiss mountain soil ecology project

Sarah Semeraro, Sergio Rasmann, Claire Le Bayon (UNINE)

With the current climatic crisis, terrestrial ecosystems are undergoing significant modifications, both above and belowground. The steep elevation gradients of the European Alps might be particularly concerned because of their close connection to temperature gradients. Knowing more about this can help us better predict/develop solutions to effectively forecast the effect of climate change on soil organic matter accumulation along with the Alpine mountain range. To address this question, we use a multiscale approach that spans from Switzerland's landscape level to the local vegetation patch, apply both a diachronic and synchronic approach, and apply both temporal-explicit spatial-explicit experimental designs. Specifically, first, we use a >20 years-old soil collection to compare changes in soil properties and humus forms to date. Altogether, the results of this research project address how climatic gradients, spanning collinear to alpine elevations, might affect the evolution of mountain soils, and it will allow deciphering the ecosystem components that will majorly drive these changes.

## Pedotransfer functions for Swiss forest soils to quantify root water uptake

Julian Schoch (ETH Zurich), Peter Lehmann (ETH Zurich), Lorenz Walthert (WSL), Andrea Carminati (ETH Zurich)

Soil hydraulic properties are required to quantify soil water availability for root water uptake and to assess the risk for forest trees from prolonged dry periods due to climate change. The measurement of soil hydraulic properties (SHP) is very time consuming and requires complex instrumentation. Alternatively, pedotransfer functions (PTFs) can be applied to estimate SHP. PTFs express SHP as function of basic soil properties that are routinely determined in field samples (soil texture, organic content, pH, CEC) or can be deduced from available soil maps. However, most of the available PTFs were developed based on soil samples collected from arable land that poorly represent the soil formation processes in forests. To test the applicability of available PTFs for Swiss forest soils and to propose an alternative formulation.

We used SHP-data of 81 samples collected by Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research WSL. The new PTFs predict the relationship between matric potential, volumetric water content, and hydraulic conductivity. The calibrated PTFs were then validated using samples collected in forest soils in the Valais (Switzerland). The new PTFs predicted the SHP much better compared to frequently used existing PTFs. A PTF developed for forests soils in Germany performed equally well with respect to soil water retention data but showed higher deviations for hydraulic conductivity measurements. The new PTFs were then applied to estimate root water uptake and transpiration rate of different plant species during the dry summer months.

# Bedarf und Anforderungen der Kartierausbildung

Simon Tanner, Madlene Nussbaum, Liv Kellermann Stéphane Burgos (Forschungsgruppe Boden, HAFL)

Im Rahmen des Forschungsprojektes für eine effiziente flächendeckende Bodenkartierung im Kanton Bern werden diverse moderne Methoden und Hilfsmittel für die Feldansprache und für die Verarbeitung dieser Bodeninformationen erarbeitet und erprobt. Bislang wurden hierzu im Pilotgebiet Wohlen an 1'000 Punkten Bodenenerhebungen durchgeführt. Diese Profil- und Bohrkernansprachen wurden auch aufgrund Fachkräftemangel mehrheitlich von bodenkundlichem Fachpersonal ausgeführt, das in klassischer Bodenkartierung wenig Erfahrung aufweist und die Kenntnisse vor allem aus der BBB-Praxis hat.

Die Planung und Durchführung dieser Pilotkartierung hat gezeigt, dass:

- Für die geplante Bodeninformationserhebungsoffensive des Bundes und des Kt. Bern ein erheblicher Fachkräftemangel besteht
- Das Ausbildungsniveau des CAS-Bodenkartierung nicht hinreichend ist für selbständig Kartierende
- Erfahrung und Routine in Bodeninformationserhebungen entscheidend sind für eine effiziente Erhebung

- Dieser Erfahrungszuwachs nicht theoretisch geschehen, sondern in konkreten, grösseren Kartierprojekten erlangt werden muss
- Ein klares, exaktes Regelwerk für die Attributierung der Bodeneigenschaften im Feld und der Klassifikation für eine effiziente Erhebung unerlässlich ist
- Kenntnisse über geologische Prozesse und geologische (Lokal-)Formen sehr hilfreich bei der Ansprache und Kartierung sind
- Ein Grundverständnis für den Stichprobenplan und den Modellierungsprozess für die Motivation und Effizienz der Kartierpersonen hilfreich ist und die Modellierungsarbeit erleichtern kann.

Daraus lässt sich ein Anforderungsprofil für Kartierpersonen sowie ein Kompetenzerlangungskonzept ableiten. Die Kosten für die Durchführung und die Qualität der erhobenen Daten für die flächendeckende Kartierung werden massgeblich durch die Kenntnisse, Routine und Erfahrung in Bodengenese und -ansprache beeinflusst. Deshalb ist die frühzeitige Umsetzung der Ausbildung von pedologischen Feldfachkräften unerlässlich.

## How to make the Sustainable Plant Protection Transition happen? The Action plan

Natacha Van Groeningen, Abdallah Alaoui (CDE)

Even though the total sales volume of Plant Protection Products (PPP) reached its lowest level in 2019 since it's been recorded (i.e. 2011). The European crop production system still relies heavily on the use of PPP to ensure high yields and food safety. Approximately 300 000 tons of PPP are estimated to be applied on European agriculture fields yearly. The risk and impact these substances have on the ecosystem, animal, human (EPAH) health is currently limited and fragmented. With the H2020 SPRINT (Sustainable Plant Protection Transition: A Global Health Approach) project we aim to:

- Fill this gap by developing a global health risk assessment toolbox to estimate the impact of PPP on ecosystem, animal and human health
- Identify the alternative pathway towards a sustainable use of PPP with the aim to minimize the potential health risk identified at CSSs.

SPRINT is a five-year European research project, with 10 field case study sites (CSSs) in Europe and 1 CSS in Argentina, covering various pedo-climatic zones, soil types, and farming systems. The CSSs in Switzerland are located in Kanton of Bern and included exclusive-

ly "Spezialkultur", namely orchards. The concentration of 204 PPP residues (active substance, metabolite) will be measured for the 11 CSSs using standardized methods, together with indicators selected based on a comprehensive, coherent framework.<sup>3</sup> These parameters will enable the assessment of the impacts of PPP residues (active substance, metabolite, mixture) exposure, and distribution. After which the correlation between EPAH health and the measured PPP residues will be assessed.

Following a multi-actor approach, stakeholders from all parts of the food supply chain will be able actively participate in most areas of the SPRINT project. From the initial phase at CSS to the final recommendations for sustainable transition and policies presented to the European Commission. By involving stakeholders throughout the whole project one hope to ensure the identification of practical solutions, which consider the interest of all the stakeholders and the socio-economic interest of farmers. We will be presenting the different work packages SPRINT consists of, how these are linked and feed into each other and SPRINTs action plan to form a transition pathway for the sustainable use of PPP in European agriculture.

# Räumliche Extrapolation von Bodeneigenschaften: Wo graben für optimalen Informationsgewinn?

Stephan Zimmermann, Madlene Nussbaum, Andri Baltensweiler, Katrin Meusburger

Bei der synthetischen Bodenkartierung werden punktuelle Bodeninformationen mit diversen statistischen Methoden in Beziehung zu flächendeckend verfügbaren Kovariablen gesetzt und auf diese Weise flächige Prognosen von Bodeneigenschaften hergeleitet. Jede Vorhersage ist mit einem Vorhersagefehler behaftet. Im Unterschied zu Vorhersagen, welche von einer feldgestützt erhobenen Bodenkarte abgeleitet werden, gibt eine gute statistische Vorhersage ein statistisches Mass für die Grösse des Vorhersagefehlers. Die Vorhersage bei modellierten Bodenkarten kann verbessert werden, wenn zusätzliche Kovariablen mitberücksichtigt werden, welche zu einer verbesserten Abbildung der räumlichen Variation innerhalb der Polygone führen. Dies kann auch mit zusätzlichen, räumlich gut gewählten Bodenprofilen als weitere Stützpunkte der Modellierung erreicht werden.

Wir haben Bodendaten von 3'318 bestehenden Waldbodenprofilen aufgearbeitet (Skelettgehalt, Bodendichte, Textur, Gründigkeit, pH-Wert, organischer Kohlenstoff) und geprüft, in welchen Gebieten idealerweise zusätzliche Bodenprofile analysiert werden müssten, um die Informationsbasis für räumliche Extrapolationen zu verbessern.

Zu diesem Zweck wurde mit klassischen statistischen Repräsentanzanalysen geprüft, wie gut die Stichprobe der bestehenden Bodenprofile die Grundgesamtheit bezüglich wichtiger Bodenbildungsfaktoren und Einflussgrössen repräsentiert. In einem zweiten Schritt wurden mit «machine learning» Methoden räumliche Modellierungen für insgesamt 43 Zielvariablen durchgeführt und Karten mit dem Koeffizienten der quartilen Variation (CQV, robuster Variationskoeffizient) erstellt. Die Unsicherheitskarten der CQV wurden zu einer einzigen Karte aggregiert, indem der maximale CQV für jedes Pixel in der aggregierten Karte dargestellt wird. Bei der Bestimmung der optimalen Standorte für neue Bodenprofile wurden zwei Aspekte berücksichtigt:

- Die neuen Standorte sollten die Repräsentativität der gegebenen Stichprobe von 3'318 Bodenprofilen in Bezug auf die bodenbildenden Faktoren im Schweizer Wald verbessern
- Die neuen Standorte sollten dort liegen, wo die Vorhersagen der digitalen Bodenkarten bisher am unsichersten sind

# Teilnehmerliste | Liste des participants Lista di partecipanti | List of participants

<b>Achermann, Matthias</b>	Achermann Boden+Land- schaft GmbH	<b>Doetterl, Sebastian</b>	ETH Zurich
<b>Andrini, Dino</b>	Amt für Landwirtschaft und Natur des Kantons Bern	<b>Dora, Marin</b>	Amt für Umwelt St.Gallen
<b>Bagnoud, Morgane</b>	Drosera ecologie Appliquée SA	<b>Dubath, Marc-André</b>	Basler & Hofmann SA
<b>Balet, Michaël</b>	biol conseils	<b>Dupla, Xavier</b>	University of Lausanne
<b>Ballesteros, Nicolas</b>	Bundesamt für Raumentwick- lung ARE	<b>Eberspächer, Ludwig</b>	Hauert HBG Dünger AG
<b>Baumann, Reto</b>	Amt für Umwelt Kanton Thurgau	<b>Egli, Markus</b>	Universität Zürich
<b>Baumann, Philipp</b>	Kompetenzzentrum Boden	<b>Fankhauser, Ophélie</b>	Prona Romandie SA
<b>Baumgartner, Iris</b>	Impuls AG	<b>Favre Boivin, Fabienne</b>	HEIA-Fr
<b>Bee, Martina</b>	Sieber Cassina + Partner AG	<b>Ferber, Tania</b>	État de Vaud
<b>Berchtold, Peter</b>	Sieber Cassina + Partner AG	<b>Fischer, Isaline</b>	SEn, Fribourg
<b>Berdat, Natacha</b>	Service du développement territorial, Canton du Jura	<b>Fleck, Wolfgang</b>	Regierungspräsidium Freiburg
<b>Berger, Roman</b>	ZHAW	<b>Flühler, Hannes</b>	ETH Zurich
<b>Birolini, Irene</b>	Prona Romandie SA	<b>Forrer, Irène</b>	Amt für Landschaft und Natur ZH
<b>Borer, Franz</b>		<b>Frischknecht, Sarah</b>	SC+P Sieber Cassina und Partner AG
<b>Bosshard, Silvan</b>	GreenGround AG	<b>Füllemann, François</b>	DGE-VD
<b>Bossy, Vanessa</b>		<b>Gärtner, Dominique</b>	
<b>Brauchli, Manuela</b>	Büro für ökologische Opti- mierungen GmbH	<b>Gasche, Thomas</b>	Gasche-Bodengutachten GmbH
<b>Büchler, Laura</b>	BABU GmbH	<b>Geiges, Tim</b>	WSL
<b>Büeler, Franziska</b>	HAFL	<b>Gerber, Valentine</b>	NATURA Biologie appliquée Sàrl
<b>Bullinger, Géraldine</b>		<b>Graf, Moritz</b>	BABU GmbH
<b>Campiche, Sophie</b>	EnviBioSoil	<b>Grand, Stephanie</b>	University of Lausanne
<b>Carminati, Andrea</b>	ETH Zurich	<b>Greiner, Lucie</b>	
<b>Carrera, Emilie</b>	CCSols/KOBO (BFH)	<b>Grings, Anke</b>	magma AG
<b>Charles, Raphaël</b>	FiBL	<b>Grob, Urs</b>	BFH-HAFL
<b>Chervet, Andreas</b>	Amt für Landwirtschaft und Natur des Kantons Bern	<b>Grünenfelder, Bruno</b>	Basler & Hofmann AG
<b>Steger, Markus Christian</b>	Amt für Landwirtschaft und Natur des Kantons Bern	<b>Guil, Sara</b>	
<b>Ciocco, Franca</b>	Plantahof	<b>Guillaume, Thomas</b>	Agroscope
<b>Clement, Elisabeth</b>	Kadima	<b>Günter, Markus</b>	BABU GmbH
<b>Clement, Jean-Pierre</b>	Kadima	<b>Gut, Samuel</b>	GEOTEST AG
<b>Collenberg, Martina</b>	Sieber Cassina + Partner AG	<b>Häfner, Franziska</b>	Agroscope
<b>Comte, Rahel</b>	Niutec AG	<b>Hagedorn, Frank</b>	WSL
<b>Dakhel, Nathalie</b>	Agridea	<b>Havlicek, Elena</b>	Office fédéral de l'Environne- ment Section Sols
<b>Davies, Manon</b>		<b>Heim, Alexander</b>	Klaus Büchel Anstalt
<b>Deák, Judit</b>	Office di Patrimoine et d'ar- chéologie Neuchâtel	<b>Heiniger, Simon</b>	BGS Geschäftsstelle

Heller, Olivier	Agroscope	Lüscher, Peter	
Hepperle, Erwin		Luster, Jörg	WSL
Hertzog, Marie	KOBO, BFH-HAFL	Mäder, Laure	sanu sa
Hoffmann, Kevin	FRIEDLIPARTNER AG	Maître, Véronique	bureau pEaudSol
Hug, Anna-Sofia	Agroscope	Marco, Rossi	Studio d'agronomia
Hürlimann, Raphael		Martignier, Loraine	Elément Terre
Imboden, Josephine		Marugg, Daniela	BFH-HAFL
Jacquet, Clémentine	biol conseils	Matteodo, Magali	Etat de Vaud
Jarosch, Klaus	Agroscope	Maurus, Fischer	Amt für Natur und Umwelt, Kanton Graubünden
Jörg, Tobias	Baugeologie und Geo- Bau-Labor AG	Meier, Christian	Impuls AG
Käufeler, Bruno	IMPULS AG - Wald Land- schaft Naturgefahren	Mestrot, Adrien	University of Bern
Kayser, Achim	Amt für Umwelt	Meyer, Christine	FRIEDLIPARTNER AG
Keel, Sonja	Agroscope	Moll-Mielewczik, Janine	Agroscope
Keller, Thomas	Amt für Landwirtschaft und Natur des Kantons Bern, Fachstelle Boden	Morgenthaler, Ursina	Universität Bern
Keller, Armin	KOBO	Müller, Dominik	Abteilung für Umwelt, Kanton Aargau
Kellermann, Liv	BFH-HAFL	Müller, Michael	NABO
Kienzler, Peter	Birs Hydromet GmbH	Musso, Alessandra	
Kissling, Simon	Kellerhals + Haefeli AG	Neyroud, Jean Auguste	
Klemm, Liv		Nussbaum, Madlene	BFH-HAFL
Knecht, Marianne	Ambio	Oberhänsli, Ivana	Fachstelle Bodenschutz Kanton ZH
Knellwolf, Cornelia	InNET Monitoring AG	Oberholzer, Simon	Universität Bern
Köhler, Sandra	SK Umwelt GmbH	Odermatt, Karin	Amt für Umwelt Nidwalden
Kozur, Alexander	Hauert HBG Dünger AG	Oechslin, Stefan	
Krebs, Rolf	ZHAW	Oehl, Friedrich	Agroscope
Kulli, Beatrice	ZHAW	Oetjen, Lucia	B+S AG
Künzli, Beatrice	TERRE AG	Pasquier, Grégoire	urbaplan
Kuster, Benjamin	SoilCom	Paul, Sonja	Agroscope
Lang, Corsin	BAFU	Pirisinu, Lisa Maria	
Lars, Knechtenhofer	FRIEDLIPARTNER AG	Plotzki, Anna	Amt für Umwelt, Kt. SO
Lebrun, Magali	OFEV	Puelacher, Manon	Ebenrain - Zentrum für Landwirtschaft, Natur und Ernährung
Lehmann, Peter	ETH Zurich	Racine, Sandra	KOBO
Leifeld, Jens	Agroscope	Regli, Laura	
Locher, Nicole	AFRY Schweiz AG	Rehbein, Kirsten	Agroscope, NABO
Loher, Aline	Amt für Umwelt Kanton St.Gallen	Reissig, Markus	Birs HydroMet GmbH



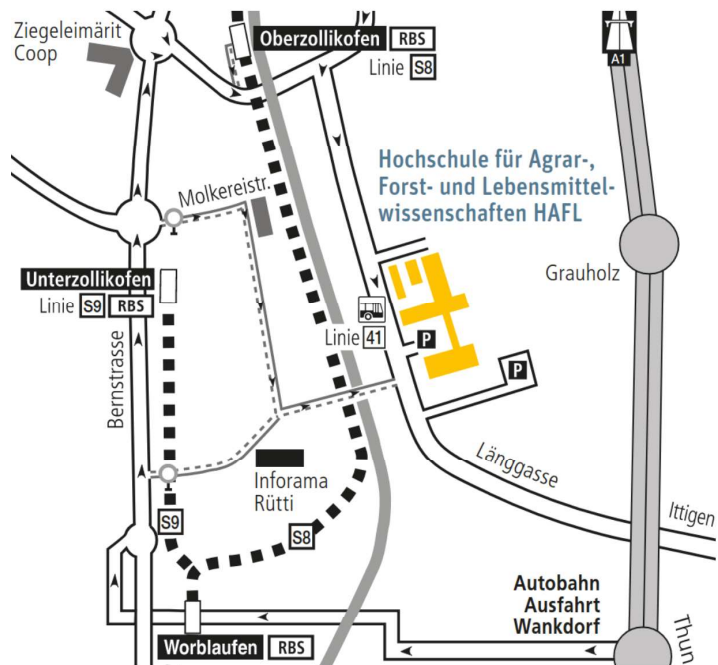
<b>Reusser, Jolanda</b>	Agroscope	<b>Sturny, Wolfgang G.</b>	
<b>Richner, Gérald</b>	CSD Ingenieure AG	<b>Suter, Daniel</b>	Agroscope
<b>Riedi, Jacqueline</b>	Bächtold und Moor AG	<b>Tanner, Simon</b>	
<b>Rion, Jessica</b>	RWB Groupe SA	<b>Thomas, Drobnik</b>	BFH-HAFL
<b>Rotach, Andreas</b>	OePlan GmbH	<b>Tobias, Silvia</b>	WSL
<b>Rüegg, Stefan</b>	Amt für Umwelt und Energie SZ	<b>Tutsch, Simon</b>	GEOTEST AG
<b>Sacchi, Lia</b>	Oikos Sagl	<b>van Geijtenbeek, Sophie</b>	
<b>Sägesser, Hans</b>	Boden, Wasser, Pflanzen	<b>van Groeningen, Natacha</b>	University of Bern
<b>Samira, Stauffer</b>		<b>Veit, Heinz</b>	
<b>Scherrer, Xenia</b>	Birs Hydromet GmbH	<b>Villiger, Nomi</b>	Bundesamt für Landwirtschaft
<b>Scherrer, Luc</b>	Fondation rurale interjurassienne	<b>Viret, Fanny</b>	SEN
<b>Schlatter, Frédéric</b>	Service de l'Agriculture VS	<b>Vögeli-Albisser, Christiane</b>	Amt für Landwirtschaft und Natur des Kantons Bern
<b>Schmidhauser, Anina</b>	BFH-HAFL	<b>Volk, Matthias</b>	Agroscope
<b>Schmutz, Daniel</b>	Amt für Umweltschutz und Energie BL	<b>von Känel, Christoph</b>	GEOTEST AG
<b>Schneider, Sina</b>	EcoLot GmbH	<b>von Rohr, Gaby</b>	Amt für Umwelt Kt. Solothurn - Abteilung Boden
<b>Schnider, François</b>	Schnider Bodenberatung GmbH	<b>Wallner, Marion</b>	KOBO
<b>Schoch, Julian</b>		<b>Wegmann, Fabio</b>	Bundesamt für Umwelt
<b>Schudel, Lars</b>	Ecosens AG	<b>Wenger, Remo</b>	valeco GmbH
<b>Schuler, Beat</b>	Jäckli Geologie AG	<b>Wernli, Michael</b>	SoilCom GmbH
<b>Schwarz, Martin</b>	Fachstelle Bodenschutz	<b>Westermann, Stephane</b>	
<b>Schweri, Lea</b>	Kanton Luzern	<b>Wietlisbach, Wanda</b>	Ecotec Environnement SA
<b>Schwery, Lorenz</b>	SCP Sieber Cassina + Partner AG	<b>Wirz, Din</b>	Fachstelle Bodenschutz ZH
<b>Schwilch, Gudrun</b>	BAFU	<b>Wollmann, Iris</b>	Agroscope
<b>Siegenthaler, Maja</b>	Agroscope	<b>Wüthrich, Christian</b>	Kissling+Zbinden AG
<b>Siegrist, Julia</b>		<b>Wüthrich, Raimund</b>	Steeltec AG
<b>Speckert, Tatjana Carina</b>		<b>Zeller, Stefan</b>	Klaus Büchel Anstalt
<b>Sprafke, Tobias</b>	BFH-HAFL	<b>Zimmermann, Ramon</b>	Agroscope
<b>Spycher, Fiona</b>	Bundesamt für Raumentwicklung ARE	<b>Zimmermann, Michael</b>	Bundesamt für Landwirtschaft
<b>Stadelmann, Franz X.</b>		<b>Zimmermann, Stephan</b>	WSL
<b>Stalder, Tobias</b>	Agroscope, NABO	<b>Zosso, Cyrill</b>	Universität Zürich
<b>Steffani, Celina</b>		<b>Zürrer, Martin</b>	myx GmbH
<b>Steinert, Teresa</b>	Ambio GmbH		
<b>Stokar, Marianne</b>	NABO, Agroscope		
<b>Stricker Zirfass, Benjamin</b>	Dr. Roland Wyss GmbH		

# Tagungsort | Lieu du congrès Sede del congresso | Conference venue

## BFH-HAFL

Aula

Berner Fachhochschule  
Hochschule für Agrar-, Forst- und  
Lebensmittelwissenschaften HAFL  
Länggasse 85  
CH-3052 Zollikofen



## Verpflegung | Restauration Ristorazione | Catering

### Lunch

31.3. 12<sup>20</sup> | 1.4. 11<sup>50</sup>

Mensa BFH-HAFL

### Dinner

31.3. ab 19<sup>30</sup>

Restaurant Rosengarten  
Alter Aargauerstalden 31b  
3006 Bern

 ~ 15 min via Bern Wankdorf

 ~ 30 min via Bern HBF

#### S9 via Bern

Start: 19<sup>03</sup> Unterzollikofen  
Gleis 1

#### Bus B10 via Ostermundigen, Rütli

Via: 19<sup>20</sup> Bern, Bahnhof  
Kante L

An: 19<sup>28</sup> Bern, Rosengarten

