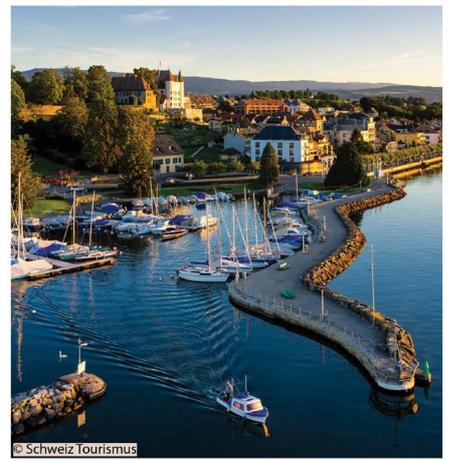


# EXCURSION ANNUELLE 2024 JAHRESEKCURSION 2024

4 et 5 octobre 2024 | 4. bis 5. Oktober 2024  
Changings



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

● ● ●





# Boden in der Forschung, Lehre und Öffentlichkeitsarbeit

## Organisation:

Klaus Jarosch, Agroscope  
Thea Schönenberger, BGS Geschäftsstelle

## Notfallkontakt

Bea Kulli (+41 79 259 93 81)

## Mitwirkende

Alice Johannes, Mario Fontana, Luca Bragazza, Frédéric Lamy, Dorothea Noll, Beatrice Kulli, Ophélie Sauzet, Konrad Metzger, Nathalie Dakhel, Christine Eggert, Roman Berger, Tobias Sprafke, Stéphanie Grand, Amandine Fontaine, Pascal Sigg, Katrine Gondret, Xavier Dupla, Lissa Viffray, Noémie Morel, Giulia Martini



UNIL | Université de Lausanne



**Agroscope** CHANGINS



haute école de  
viticulture et œnologie  
école supérieure de  
technicien/ne vitivinicole  
école du vin



h e p i a

Haute école du paysage, d'ingénierie  
et d'architecture de Genève



## Hintergrund

Die wirksame Vermittlung von Wissen über die Entwicklung, die Eigenschaften und die Funktionen des Bodens ist für den Erhalt und die nachhaltige Bewirtschaftung dieser wertvollen Ressource unerlässlich. Die Wissensgenerierung ist eine komplexe Aufgabe, ebenso wie dessen Weitergabe und Aneignung. Die diesjährige Exkursion der BGS/SSP macht anhand praxisrelevanter Beispiele einen Streifzug durch die verschiedenen Phasen des Wissensgewinns und der Wissensvermittlung im Bereich Boden. Wir erfahren mehr über verschiedene Ansätze einer effektiven Wissensvermittlung, sei es im Vorlesungssaal, am Bodenprofil oder im Austausch mit Fachfremden. Diese Inhalte werden verknüpft und demonstriert mit praktischen Profilsprachen im Feld. Stationen sind hierbei:

- Aktuelle wissenschaftliche Fragestellungen und deren Anwendbarkeit in der Praxis: Besuch bei Agroscope Changins. Unter anderem Vorstellung verschiedener Langzeitversuche (z.B.: Bodenverdichtung, Aufbau der organischen Bodensubstanz).
- Verschiedene Szenarien und Bedürfnisse der bodenkundlichen Wissensvermittlung: Impulsvorträge zu unterschiedlichen Initiativen und Diskussion im Plenum.
- Bodenprofilsprache – welche Informationen sind für wen von Nutzen? Beispiele aus der Praxis anhand dreier Bodenprofile im und um das Arboretum Aubonne mit der Fachhochschule für Landschaft, Ingenieurwesen und Architektur Genf (HEPIA).
- Bodenlehrpfade als Mittel der niederschweligen Kommunikation: Besuch von SWIS-SOIL, dem Bodenlehrpfad nahe der Universität Lausanne.

Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer dieser Exkursion bekommen einen Einblick in aktuelle Forschungsprojekte zum Thema Boden. Sie beschäftigten sich mit neuen Ansätzen, um ihr Wissen effektiv an den bodenkundlichen Nachwuchs weiterzugeben. Zuletzt lernen sie unterschiedliche Beispiele kennen, wie eine effektive Öffentlichkeitsarbeit zum Thema Boden gestaltet werden kann.

## Programm

### Freitag, 4. Oktober 2024

Zeit	Inhalt
10:30	<b>Ankunft Agroscope Changins</b>
10:45	<b>Begrüssung und generelle Einführung</b>
11:00	<b>Inhaltliche Vorstellung der Forschungsprojekte</b> > ROCSUB > Soil Spectroscopy > INTRANT – BRF > VigneSol
11:45	<b>Mittagessen</b>
13:15	<b>Besichtigung von Forschungsprojekten:</b> > Rehabilitation von verdichteten Unterböden > Steigerung der organischen Bodensubstanz durch die Einbringung von Holzbiomasse > Ausführung der neuen schweizerischen Spatenprobe (BodenDok) > Der Boden im Weinbau
16:00	<b>Kaffeepause</b>
16:45	<b>Impulsvorträge und Diskussion: Effektives teilen von Bodenwissen. Wie? Wo? Und warum?</b>
17:45	<b>Programmende, Changins</b>
19:00	<b>Abendessen in Nyon</b>

### Samstag, 5. Oktober 2024

Zeit	Inhalt
	<b>Frühstück</b>
7:40	<b>Abreise ab Hotel/Hostel. Busreise zum Arboretum Aubonne</b>
8:30	<b>Begrüssung und generelle Einführung</b>
8:35	<b>Besichtigung von zwei Bodenprofilen unter forstwirtschaftlicher Nutzung</b>
10:00	<b>Besichtigung von zwei Bodenprofilen unter landwirtschaftlicher Nutzung</b>
12:00	<b>Mittagessen: Picknick</b>
12:45	<b>Busreise zur Universität Lausanne</b>
13:30	<b>Vorstellung SWISSOIL Projekt: Ein öffentlicher Bodenlehrpfad der Universität Lausanne</b>
14:15	<b>Besichtigung der 7 Bodenprofile von SWISSOIL</b>
16:10	<b>Abschlussapéro</b>
17:00	<b>Exkursionsende, Uni Lausanne</b>

## Informationen

### **Treffpunkt Freitag, 4. Oktober 2024**

Agroscope Changins, Route de Duillier 60, 1260  
Nyon, Aula, Ankunft Bus 820 um 10:24 Uhr in Chan-  
gins

### **Treffpunkt Samstag, 5. Oktober 2024**

Abholung ab Hotel  
B&B Hotel 7:50 Uhr  
Nyon Hostel 7:40 Uhr  
Oder direkt um 8:30 Uhr im Arboretum Aubonne,  
Chemin de Plan 92, 1170 Aubonne ([https://www.ar-  
boretum.ch/](https://www.arboretum.ch/))

### **Ausrüstung**

- Gutes Schuhwerk
- Regen-/ Sonnenschutz

### **Abendessen**

Restaurant Pizza Leggera Nyon, Allée de la Petite  
Prairie 8, 1260 Nyon  
um 19:30 Uhr

### **Unterkunft**

Nyon Hostel  
<https://nyonhostel.ch/?lang=de>  
Rabattcode gemäss Anmeldebestätigung

B&B Hotel  
<https://www.hotel-bb.com/de/hotel/nyon>

Weitere Auskünfte erteilt Ihnen die BGS Geschäfts-  
stelle:

Beatrice Kulli & Thea Schönenberger  
c/o Zürcher Hochschule für angewandte Wissen-  
schaften  
Postfach  
8820 Wädenswil  
E-Mail: [bgs.gs@soil.ch](mailto:bgs.gs@soil.ch)  
Telefon: 058 934 53 5

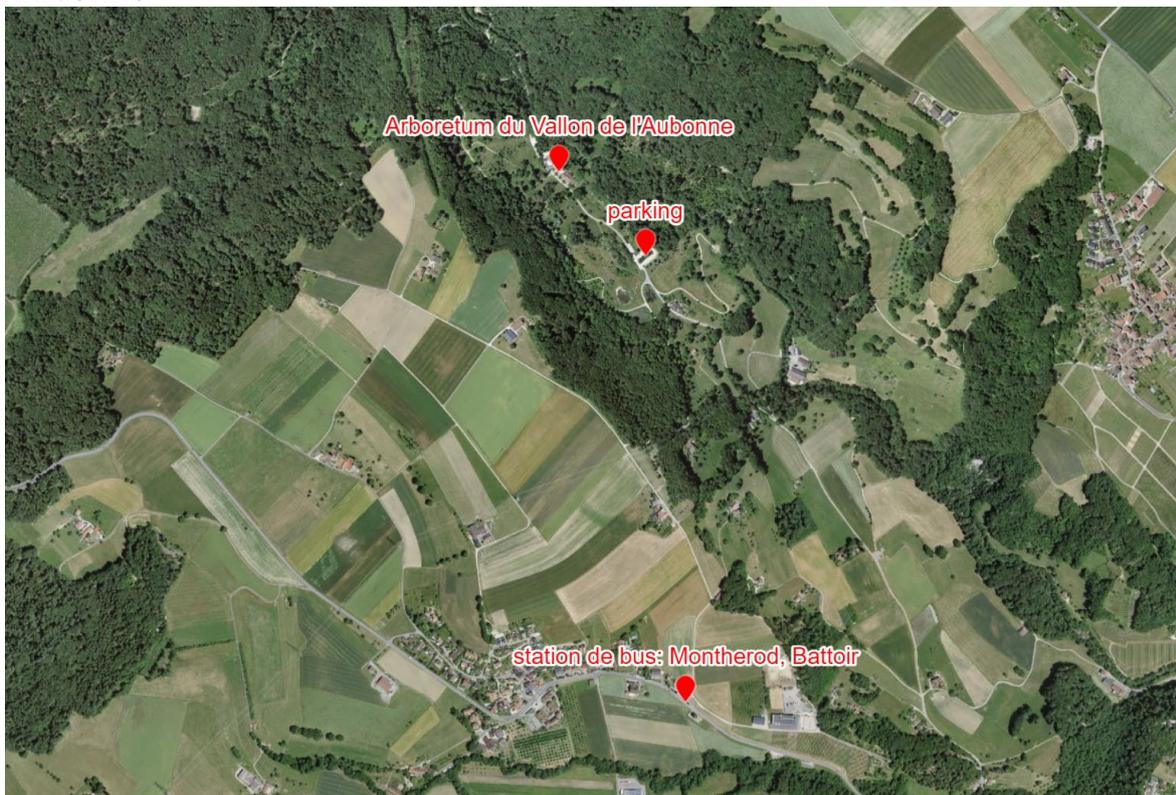


## Übersichtskarten

### Changins



### Aubonne



## Teilnehmende

Vorname	Name	Unternehmen
Nicolas	Bagnoud	Nivalp SA
Michaël	Balet	biol conseils
Nicolas	Ballesteros	Bundesamt für Raumentwicklung ARE
Enrico	Bellini	IC Infraconsult SA
Roman	Berger	ZHAW
Jerome	Berthoud	Hydro-Géo Environnement
Christiane	Büchner	TERRE AG
Géraldine	Bullinger	HEIA-FR, Bd Pérolles 80, 1700 Fribourg
Nicole	Bütikofer	Agroscope
Jean-Pierre	Clément	Kadima
Sandra	Deferne	Triform EA SA
Emilie	Delpech	Perreten et Milleret
Alex	Dionisio Calado	Direction générale de l'environnement (DGE)
Marc-André	Dubath	Basler & Hofmann SA
Julien	Duc	Karakas & Français SA
Sandrine	Eberle	Bureau d'études Impact SA
Christine	Eggert	myx GmbH
Elisa	Filippini	CSD Ingenieure AG, Zürich
François	Fullemann	Etat de Vaud - DGE/Sols
Titouan	Ginggen	CSD Ingénieurs SA
Cecilia	Gonzalez	Matériaux de construction circulaires Suisse
Bastien	Guex	
Thomas	Guillaume	Agroscope
Simon	Heiniger	BGS
Christian	Hiller	Kanton St.Gallen
Klaus	Jarosch	Agroscope
Alice	Johannes	
Armin	Keller	KOBO
Jon	Koenz	GreenGround

Morgane	Krieger	Unine/Unil
Beatrice	Kulli	BGS Geschäftsstelle
Claude	Kündig	
Peter	Lehmann	ETH Zurich
Véronique	Maitre	bureau pEaudSol
Lorraine	Martignier	Elément Terre
Giulia	Martini	
Alice	Montarnal	
Noémie	Morel	
Grégoire	Pasquier	urbaplan
Leandro	Ravaioli	
Tibor	Rechsteiner	ecolot GmbH
Dirk	Ressel	AFRY Schweiz AG
Jessica	Rion	RWB Neuchâtel
Gudrun	Schwilch	BAFU
Tobias	Sprafke	BFH-HAFL
Samuel	Steiner	Agroscope
Marianne	Stokar	
Claude	Thomas	Ville de Lausanne
Antoine	Verburgh	Karakas et Français
Raphael	Vogel	
Lissa	Vuffray	
Jeanne	Weh	
Stéphane	Westermann	
Alina	Widmer	Agroscope/ETH Zürich (Soil Ressources)
Mélina	Wist	Triform EA SA

## Vorträge

### Freitag

Agroscope	Luca Bragazza
ROCSUB	Alice Johannes
Soil spectroscopy (vis-NIR)	Konrad Metzger
INTRANT-BRF	Mario Fontana
VigneSol	Frédéric Lamy
Innovative teaching approaches at University level	Klaus Jarosch
Abstract Bodennetz	Bea Kulli
CAS Bodenkartierung	Christine Eggert, Roman Berger

### Samstag

Die Böden des Arboretum d'Aubonne: die Entwicklung eines Bodenlehrpfads	Ophélie Sauzet
Ackerböden bei Montherod (Aubonne) im Kontext der bodenkundlichen Lehre	Ophélie Sauzet
Das Projekt SOILSCAPE und ein neuer Bodenlehrpfad für die Schweiz	Tobias Sprafke
Vorstellung der Bodengruben im Dorigny-Wald	Stéphanie Grand

# Agroscope gutes Essen, gesunde Umwelt

Agroscope ist das Kompetenzzentrum des Bundes für die Forschung und Entwicklung im Agrar-, Ernährungs- und Umweltbereich.

## Standortstrategie Agroscope (in Umsetzung)



### Hauptstandorte

**Campus Posieux**  
Tierbezogene Forschung (inkl. Futtermittel) / Lebensmittel- und Ernährungsforschung / Monitoringprogramme und Nachhaltigkeitsbewertung / Zentrum für Laborinfrastrukturen & Forschungstechnologie

**Changins**  
Grundlagen Pflanzenschutz aller Kulturen / Anbausysteme Ackerbau und Önologie

**Reckenholz**  
Pflanzzüchtung und Sortenentwicklung / Agrarökologie und natürliche Ressourcen

**Versuchsstationen**  
Alp- und Berglandwirtschaft Wallis, Bern, Graubünden, Uri, Tessin

**Digitalisierung, Tänikon**  
Gemüsebau, Ins

**Neobiota, Cadenazzo**

**Obst- und Beerenanbau, National vernetzt**

**Önologie, Changins**

**Pferde, Avenches**

**Rohmilchprodukte, Grangeneuve**

**Smarte Technologien, Schaffhausen, Thurgau**

**Spezialkulturen Alpenraum, Conthey**

**Stoffflüsse Stickstoff und Phosphor, Sursee**

**Weinbau und Önologie, Leytron**

**Weinbau und Rebenzüchtung, Pully**

**Weinbauzentrum, Wädenswil**

## Kennzahlen 2023

**947** Vollzeitstellen (FTE) mit **1115** Mitarbeitenden  
davon **33** Lernende, **37** Praktika,  
**62** Dokorate, **43** Postdoc

**48%** Frauen

**1444** Veröffentlichungen  
davon **860** praxisorientierte Publikationen  
davon **584** wissenschaftl. Publikationen

**1615** Vorträge und Poster

**109** betreute Dissertationen

**107** Betreute Semester-, Bachelor- und Masterarbeiten

**1972** Lektionen (Universitäten, Fachhochschulen, Berufsschulen und Kurse)

## Finanzkennzahlen 2023

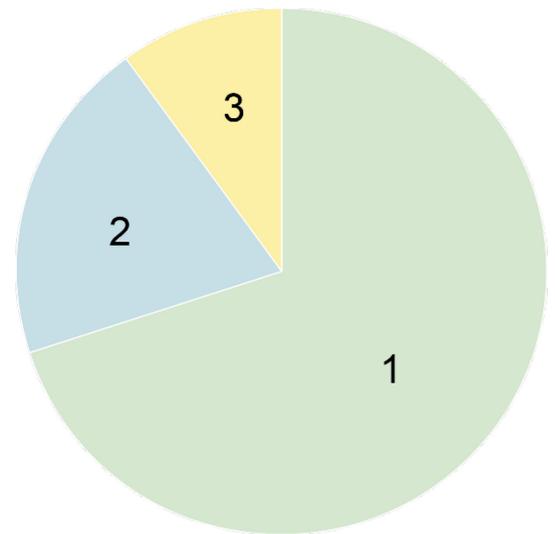
**Funktionsertrag** **24,0 Mio CHF**  
davon Drittmittel **18,4 Mio CHF**

**Funktionsaufwand** **195,1 Mio CHF**  
davon Investitionsausgaben **5,5 Mio CHF**



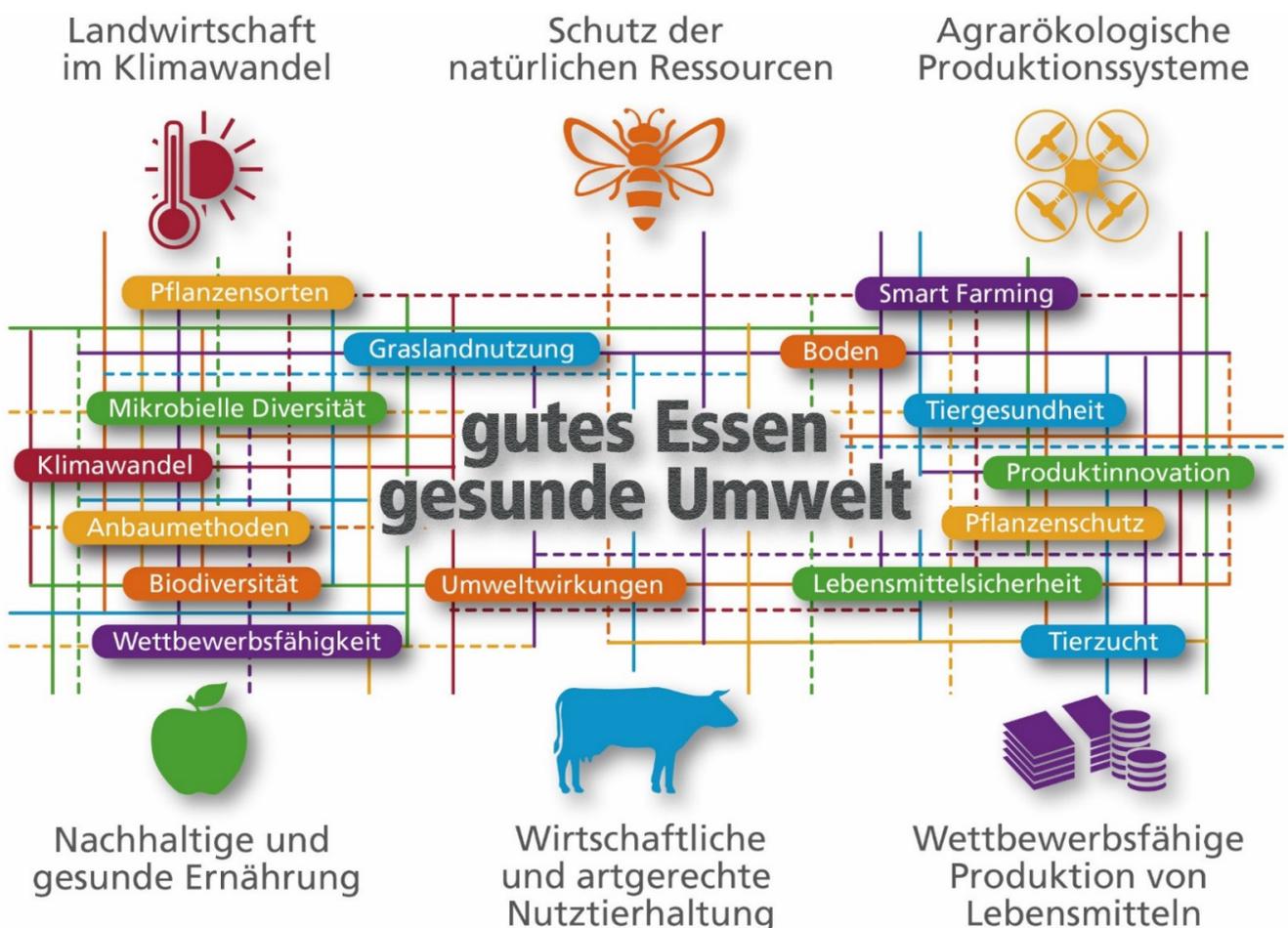
## Für wen forschen wir?

- **Für die Land- und Ernährungswirtschaft**
- 1 **Forschung und Entwicklung** entlang der Wertschöpfungskette, nach dem Motto: From farm to fork, from fork to farm.
- **Für die Gesetzgebung**
- 2 **Vollzugaufgaben und Vollzugshilfen** im Rahmen der gesetzlichen Vorgaben.
- **Für die Politik**
- 3 **Wiss. Unterstützung der Agrarpolitik:** Beratung von Entscheidungsträgern, Behörden und landw. Beratungsstellen.

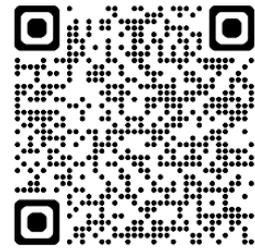


## Arbeitsprogramm 2022 bis 2025

Agroscope nimmt die vielfältigen Herausforderungen der Land- und Ernährungswirtschaft auf und setzt in seinem Arbeitsprogramm 2022-2025 sechs Schwerpunkte in den über 100 Projekten.



## ROCSUB (Restoration of Compacted SUBsoil)



Starke Verdichtungen des Unterbodens können in Folge von Bauarbeiten mit schweren Maschinen oder der Lagerung von Aushub auftreten. Dies hat Auswirkungen auf zahlreiche Bodenfunktionen wie die Kapazität zur Wasserspeicherung und das Selbstreinigungsvermögen sowie die Aufnahme von Wasser und Nährstoffen durch Pflanzen usw. Die Folgen einer Verdichtung des Unterbodens sind bekannt, jedoch sind die Möglichkeiten und die benötigte Zeit für die Sanierung wenig erforscht. Eine Rehabilitation des Unterbodens wird manchmal sogar als für den menschlichen Zeithorizont unerreichbar erachtet. Ein Video präsentiert die Problematik eines verdichteten Unterbodens und das Projekt ROCSUB, in welchem untersucht wird, wie ein stark verdichteter Unterboden regeneriert werden könnte.

Die Experimente im Rahmen des ROCSUB-Projektes begannen im Jahr 2020 und werden über mindestens 6 Jahre auf einem Feld mit lehmiger Struktur in Changins durchgeführt. Der Unterboden war durch einen schweren Haufen Aushubmaterial stark verdichtet. Die Verdichtung betraf direkt den Unterboden, nachdem der Oberboden abgetragen wurde. Sichtbare Anzeichen der Verdichtung erstreckten sich bis in eine Tiefe von 70 cm. Das Experiment wurde entlang dreier mechanischer Achsen (verdichtet, mechanisch aufgelockert, Kontrolle) und dreier Vegetationsachsen (Dauergrünland, Acker, Weidenbäume) mit vier Replikationen jeder Kombination angelegt, woraus sich 36 Parzellen ergeben. Die mechanische Auflockerung erfolgte mittels eines Baggers. Weidenbäume wurden als die vielversprechendste biotechnologische Methode für die Rehabilitation der Unterbodenstruktur ausgewählt. Die folgenden Eigenschaften lassen sich mittels Stichproben oder Monitoring jährlich überprüfen: Bodenfeuchtigkeit mit TDR-Sonde, Ertrag, Pflanzenbiomasse und Physiologie, Eigenschaften der Bodenstruktur einschliesslich Bodendichte, Luftkapazität, Wasserkapazität, Luftdurchlässigkeit. Die Entwicklung der Bodenstruktur wird zudem mittels Röntgen-Computertomographie beurteilt. Wir erwarten, dass Pflanzen auf den verdichteten Parzellen am stärksten unter extremen Wetterbedingungen (trocken oder nass) leiden. Zudem wird erwartet, dass die mechanische Auflockerung die Drainagefunktion schnell wiederherstellt, während das Wiedererlangen der früheren Wasserkapazität mehr Zeit benötigen wird. Die Kombination von mechanischer Auflockerung und Weidenbäumen wird die meisten Funktionen des Unterbodens voraussichtlich am schnellsten wiederherstellen. Durch das ROCSUB-Projekt werden neue Einsichten in biotechnologische Verfahren zur Rehabilitation verdichteter Unterböden und zur hierfür benötigten Zeit gewonnen.

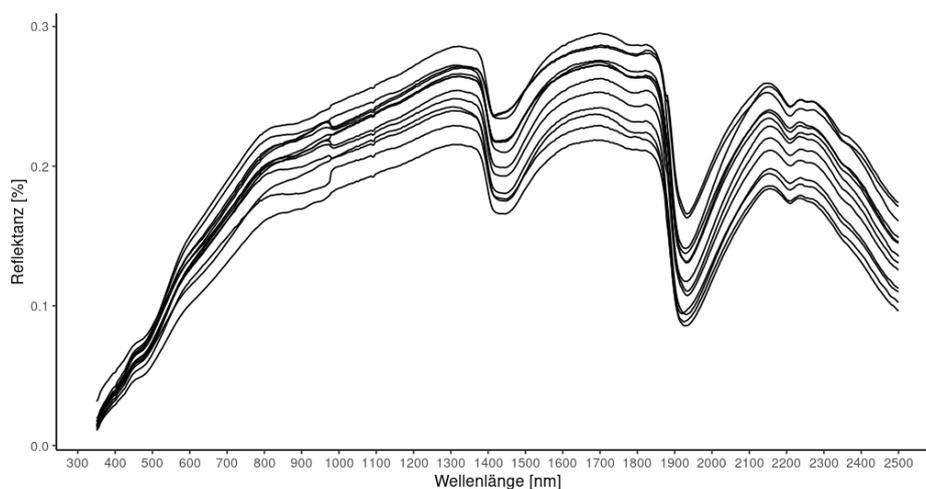
# Messung von Bodeneigenschaften mittels vis-NIR Spektroskopie

Konrad Metzger & Luca Bragazza

Agroscope, Ackerbausysteme und Pflanzenernährung, Nyon

Die Erhebung von Bodendaten mit Hilfe von Spektroskopie im Bereich des sichtbaren- und Nahinfrarotlichts (vis-NIR, 350-2500 nm) wurde in den letzten Jahrzehnten als verlässliche, schnelle und günstige Methode neben den nasschemischen Laboranalysen entwickelt. Dabei entstehen durch die Interaktion der Infrarotstrahlung mit den aktiven funktionellen Gruppen im Boden (kovalente Bindungen mit Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff sowie Eisenoxide) charakteristische Absorptionsspektren (Abb. 1). Durch chemometrische Analysen, mit denen die Spektren mit den korrespondierenden Laborergebnissen in Verbindung gebracht werden, ist es möglich Kalibrationsmodelle zu erstellen, die es erlauben, die Bodenparameter ohne die dazugehörigen Laboranalysen vorherzusagen. Anfängliche Studien zur Bodenspektroskopie basierten hauptsächlich auf Spektren von getrockneten und gesiebten Bodenproben, die mit Laborinstrumenten (= Benchtop-Geräte) erfasst wurden, was bedeutete, dass die Proben immer noch vom Feld ins Labor gebracht, und dort vor der Spektralmessung vorbehandelt werden mussten (trocknen, sieben und evtl. fein mahlen).

Dank des technischen Fortschritts sind mittlerweile viele tragbare Spektrometer erhältlich, die direkt im Feld (*in situ*) angewendet werden können. Eine erfolgreiche Anwendung der *in situ* Bodenspektroskopie würde es erlauben, Informationen über die Bodenparameter in quasi-echtzeit (je nach Instrument) zu erhalten. Dafür müssen allerdings noch etliche Hürden überwunden werden, die hauptsächlich durch die Bodenfeuchtigkeit und die Bodenstruktur bedingt sind. Da auch das im Boden gebundene Wasser stark im Infrarotbereich absorbiert (ca. 1400 und 1900 und 2100 nm), werden die Spektren die an den feuchten Bodenproben gemessen werden, verzerrt. Ausserdem muss das Protokoll, mit der die Bodenprobe im Feld gemessen wird, definiert und vereinheitlicht werden.



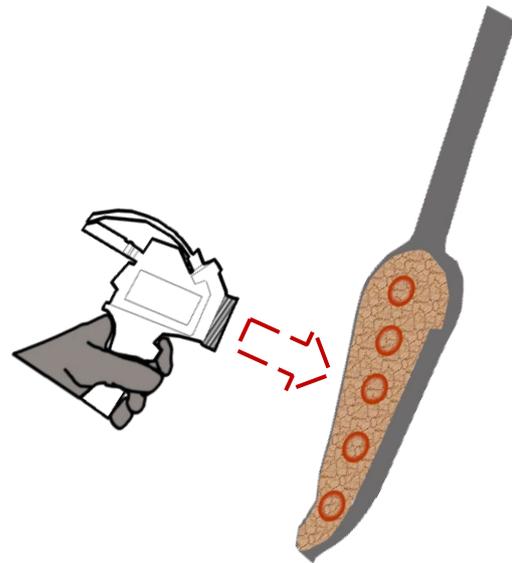
**Abb. 1 Beispiele für Bodenspektren aufgenommen *in situ***

Um ein zuverlässiges Messprotokoll (= «*best practice*» Protokoll) für *in situ* Spektralmessungen vorzuschlagen, wurden 134 Bodenproben in 9 Feldern in der Schweiz in verschiedenen Scanpositionen gescannt:

1. An der unbehandelten Bodenoberfläche
2. An der Bodenoberfläche, nachdem grobes Material entfernt wurde und die Oberfläche geglättet wurde
3. Entlang der Seite eines 20 cm tiefen Bohrstocks, nachdem der abstehende Boden abgeschnitten wurde.

Für die nachfolgenden Untersuchungen wurden zwei unterschiedliche Typen von Spektrometern getestet: einmal ein sehr teures Forschungsspektrometer mit hoher Auflösung und einmal ein günstigerer, tragbarer Nahinfrarots Scanner mit verringerter Auflösung und spektraler Bandweite.

Um die Messmethoden zu evaluieren, wurden Kalibrationsmodelle für eine Auswahl an Bodenparametern erstellt (Bodenkohlenstoff C, pH, Ton- und Sandgehalt, Gesamtstickstoff, Kationenaustauschkapazität, Nährstoffgehalt) und die Scanposition anhand der besten Modellperformance ( $R^2$ , Modellfehler RMSE und RPIQ (*ratio of performance to interquartile range* =  $Q3-Q1$  des gemessenen Bodenparameters/RMSE) ausgewählt. Basierend auf den Modellergebnissen, ist die Methode, bei der entlang der frisch geschnittenen Seite eines Bohrstocks in fünf Wiederholungsmessungen gescannt wird, die genaueste (Höchster RPIQ,  $R^2$  und niedrigster RMSE, Abb.2 (Metzger et al., 2023)).



**Abb. 2 Beste Scanposition entlang der Seite eines 20 cm Bohrstocks**

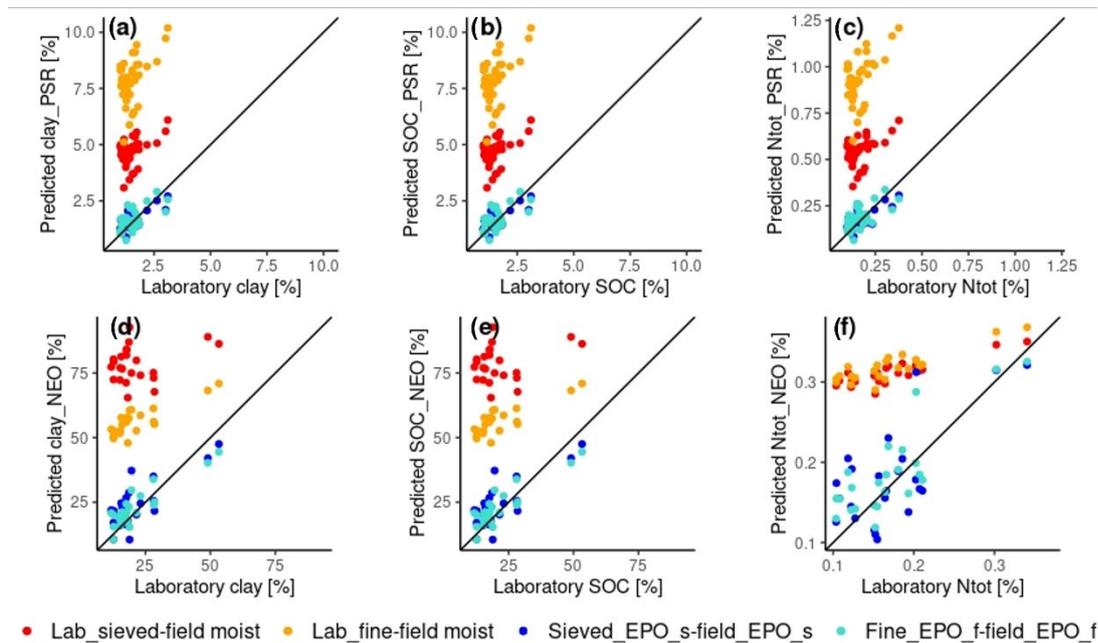
Basierend auf diesem Ergebnis, wurden dann für neue und weniger untersuchte Bodenqualitätsindikatoren Modelle kalibriert. So konnten gute Ergebnisse für leicht oxidierbaren Kohlenstoff (Permanganat-oxidierbarer Kohlenstoff, POXC) erzielt werden, der als wichtige Bodeneigenschaft für Bodenmikroorganismen und als empfindlicher Indikator für Bodenveränderungen durch eine geänderte Praxis gilt. Darüber hinaus zeigen die Modelle gute Ergebnisse in der Vorhersage des Verhältnisses von Organischem Kohlenstoff zum Tongehalt (SOC/clay ratio), einem Indikator für die Bodenstruktur (Metzger and Bragazza, 2024).

Die Vorhergehenden Modelle wurden alle basierend auf Spektren kalibriert, die *in situ* and feldfeuchten, unbehandelten Bodenproben aufgenommen wurden. Im Zuge der Entwicklung der Bodenspektroskopie wurden allerdings grosse Spektralbibliotheken basierend auf getrockneten und gesiebten Proben aufgebaut, welche sowohl die Spektren als auch die dazugehörigen Laboranalysen enthalten. Um diese wertvolle Information auch nutzen zu können und Bodeneigenschaften von *in situ* Spektren ohne die aufwendige Datensammlung für die Modellkalibration vorherzusagen, müssen die durch die Bodenfeuchte und Bodenstruktur hervorgerufenen Verzerrungen aus den *in situ* Spektren entfernt werden um den Modellfehler zu verringern. Eine besonders für dieses Problem geeignete Technik ist die *External Parameter Orthogonalization* (EPO), eine mathematische Technik, bei der die Spektren gleichzeitig von getrocknet und gesiebten Bodenproben, und von feldfeuchten Bodenproben analysiert werden und in Komponenten, die nützliche Information enthalten und Komponenten, die die ungewollte Variabilität enthalten, getrennt werden.

Indem wir die EPO Transformation auf unseren Datensatz angewendet haben, konnten wir die Vorhersagegenauigkeit von Modellen die nur auf Laborspektren basieren mit der von Modellen, die nur auf *in situ* Spektren basieren, vergleichen. Ausserdem wurden mit Laborbasierten Modellen einige Bodenparameter (Kohlenstoffgehalt, Tongehalt und Gesamtstickstoffgehalt) vorhergesagt, indem *in situ* Spektren verwendet wurden (Metzger et al., 2024). Unsere Modellergebnisse (Abb. 3) zeigen, dass:

- a) Fein gemahlene Bodenproben die Vorhersage nicht merklich verbessern, und so dieser Schritt für vis-NIR Bodenspektroskopie nicht nötig ist.
- b) Wenn nur Laborspektren für die Kalibration vorhanden sind, aber Feldspektren modelliert werden müssen, verbessert die EPO Transformation (selbst basierend auf nur 10 Proben) die Modellperformance deutlich.

- c) Die Ergebnisse der Modelle, die mit Feldspektren kalibriert wurden, kommen in ihrer Genauigkeit fast an die Performance der Labormodelle heran, was bedeutet, dass es auch eine valide Alternative ist, neue Modelle ausschliesslich basierend auf Feldspektren zu erstellen.



**Abb. 3 Labor vs. Vorhergesagte Werte der cross-domain Modelle (Modell mit Laborspektren, Vorhersageset mit Feldspektren) für Tongehalt (a und d), Bodenkohlenstoff (b und e) und Gesamtstickstoff (c und f) für das Forschungsspektrometer (PSR, a-c) und den scanner (NEO, d-f). Die Datenpunkte in rot und orange repräsentieren die untransformierten Spektren, die Datenpunkte in Blautönen repräsentieren die Vorhersagen nach der EPO Transformation**

Bei allen von uns durchgeführten Studien, lieferten die Modelle basierend auf den Spektren des Forschungsspektrometers grösstenteils besser Ergebnisse, aber auch der günstige Scanner lieferte gute Spektren, die zu verlässlichen Modellen führten.

### Forschungsprojekte

#### Agroscope Forschungsprojekt INDICATE – Proximal sensing



#### EJP Soil ProbeField



#### Wissenschaftliche Publikationen

- Metzger, K., Bragazza, L., 2024. Prediction of nitrogen, active carbon, and organic carbon-to-clay ratio in agricultural soils by in-situ spectroscopy. *European Journal of Soil Science* 75(3). <https://doi.org/10.1111/ejss.13508>
- Metzger, K., Liebisch, F., Herrera, J.M., Guillaume, T., Bragazza, L., 2024. Prediction Accuracy of Soil Chemical Parameters by Field- and Laboratory-Obtained vis-NIR Spectra after External Parameter Orthogonalization. *Sensors* 24(11). <https://doi.org/10.3390/s24113556>
- Metzger, K., Liebisch, F., Herrera, J.M., Guillaume, T., Walder, F., Bragazza, L., 2023. The use of visible and near-infrared spectroscopy for in situ characterization of agricultural soil fertility: a proposition of best practice by comparing scanning positions and spectrometers. *Soil Use and Management*. <https://doi.org/10.1111/sum.12952>

# INTRANT

Mario Fontana<sup>1</sup>, Ophélie Sauzet<sup>2</sup>, Pascal Boivin<sup>2</sup>, Luca Bragazza<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Agroscope, Systèmes de grande culture et nutrition des plantes

<sup>2</sup>HEPIA, Sols et substrats

## Kontext

- Notwendigkeit, den Gehalt an organischer Substanz im Boden zu erhöhen (siehe z. B. 4 pro 1000)
- Fragmentiertes Ramialholz = ermutigende Ergebnisse (Agroscope, Fontana et al. 2023) aber...
  - Wenig Wissen (Dosis, Häufigkeit, Wechselwirkung mit Boden/Pflanzenart)
  - Schwierigkeiten bei der Versorgung
  - Holzreste (lokale Nebenprodukte): Nadelholzrinde und Kompostierungsrückstände
  - Recycling von Holzresten „schlechter Qualität“: Allelopathie und N-Immobilisierung
- Verminderte Nutzung:
  - Mineraldünger (energieintensive und/oder fossile Ressourcen)
  - Pflanzenschutzmittel

## Ziel

Testen Sie eine Methode zur Bodensanierung (langfristige Steigerung des Kohlenstoffs und der Fruchtbarkeit) und zur Unkrautbekämpfung, um eine nachhaltige und widerstandsfähige landwirtschaftliche Praxis zu entwickeln, die auf Synergien zwischen den Sektoren Land- und Forstwirtschaft basiert.

- Quantifizieren:
  - die Auswirkung einer Änderung des Mulchs und/oder der Einarbeitung
  - mit zwei Arten kontrastierender Holzrückstände
    - Speicherung von C im Boden (Übertragung von Holzresten in die feste Phase des Bodens)
    - Bodenfruchtbarkeit (biologisch, chemisch und physikalisch), Ernteertrag und Ernährung
    - Bekämpfung von Unkrautpflanzen

## Agrarwissenschaftlicher Versuch

- 300 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>
- 5 Behandlungen: 1) Kontrolle 2) Ablehnung der integrierten Kompostierung 3) Ablehnung der Mulchkompostierung 4) eingearbeitete Nadelbaumrinde 5) Nadelbaumrindenmulch
- 4 Repliken
- Drehung: Raps, Gründüngung und Weizen
- Strip-tiller (Raps): Entfernt Rückstände aus der Reihe (beeinträchtigt die Ernte nicht) und konzentriert Rückstände in der Zwischenreihe (Bekämpfung von Unkraut) & bei der Direktsaat (auf Gründüngung nach
- Glyphosat) von Winterweize

## Analytik

- Boden: Biologisch (Regenwürmer, mikrobielles C und Mykorrhiza), chemisch (N und P) und physikalisch (Porosität: Analysen der Schrumpfungskurve ◊ Wasserreserven) und Qualität von C (Rock-Eval, Zusammenhänge mit Porosität), Fruchtbarkeit, Streubeutel
- Pflanzen: Biomasse, Ernährung (N und P), Chlorophyll, Blattfläche und -masse, NDVI, stomatale Leitfähigkeit, Ertrag und Ertragskomponenten (Tausendkorngewicht und Körner pro m<sup>2</sup>).

Zersetzungsrate



Verlust von Holzrückständen im Nylonbeutel

## Einige vorläufige Ergebnisse

### a) Bodenkohlenstoff

- Holzreste = starker Anstieg in  $C_{Org}$
- Mulchrinde > eingearbeitete Rinde > Mulchverweigerung  $\approx$  eingearbeitete Verweigerung > Kontrolle
- Holzrückstände = Anstieg des  $C_{mic}$  nach 3 Monaten, dann Rückgang (verbunden mit löslichem C)

### b) Fruchtbarkeit

- Bodenchemie: holzige Rückstände =
  - Erhöhung der Reserven ( $N_{tot}$ ), variable Auswirkungen auf die Verfügbarkeit ( $NO_3^-$ )
  - Erhöhte Verfügbarkeit von P
- Pflanze:
  - Reduzierung des Chlorophylls (Raps) bei eingearbeiteter Rinde = N-Blockierung
  - Keine Auswirkung von Holzrückständen (im Vergleich zur Kontrolle) auf den Rapsertag

### c) Allelopathie und Bekämpfung von Unkrautpflanzen

- Gewächshaus-Vortests:



*Kontrolle*

*Frische Rinde*

→ „Rückstandsuppe“ verhindert die Keimung

- Auf dem Feld:



*Ablehnung der Mulchkompostierung.*

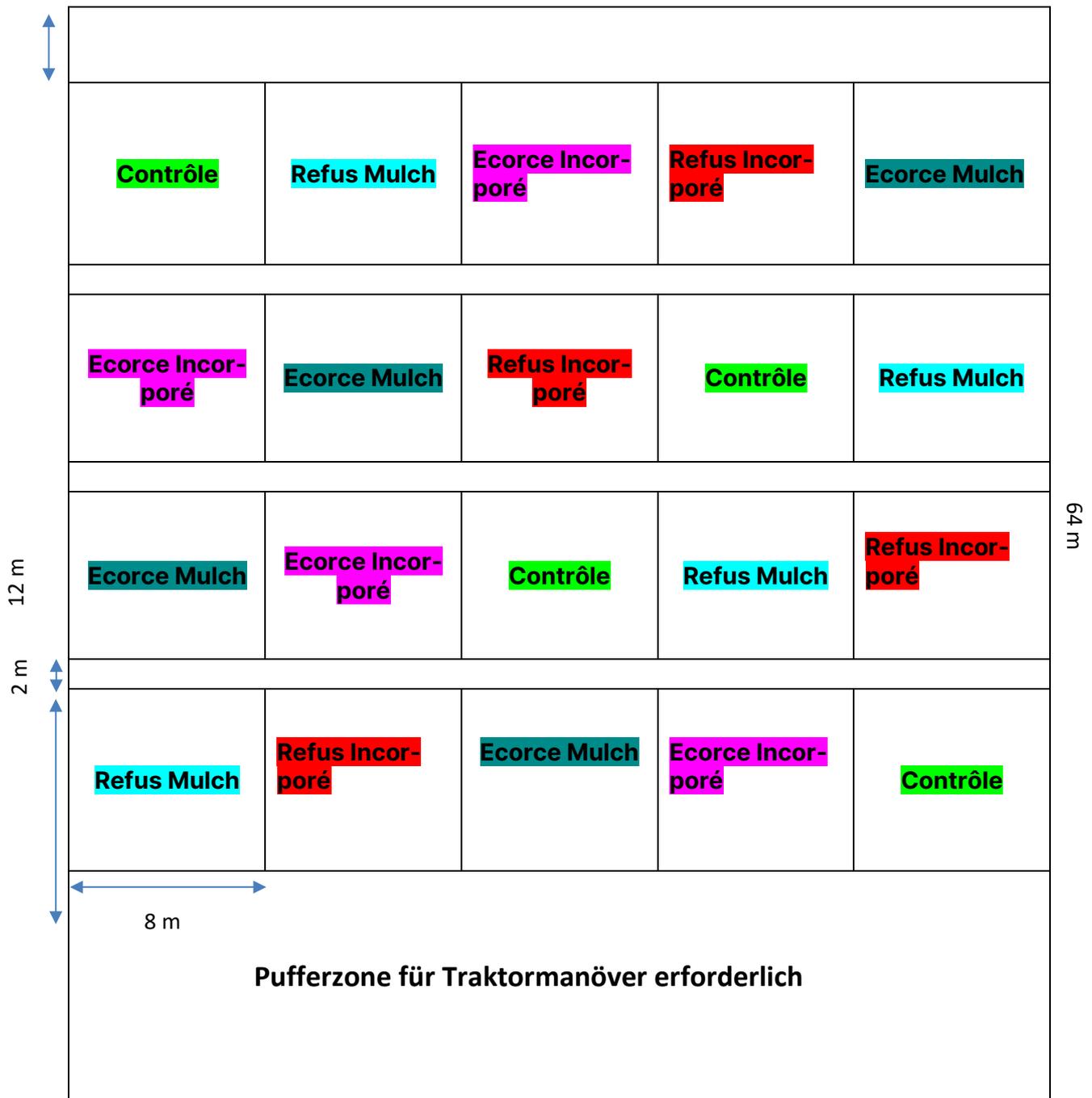


*Ablehnung der integrierten Kompostierung.*



*Kontrolle.*

- Starker Unkrautdruck
- Unwirksam bei den meisten Unkräutern, außer beim Nachwachsen von Weizen = nicht ausreichend, um Herbizide zu ersetzen
- Ertragsrückgang ähnlich wie bei der Kontrolle



**Kommunikation**



Agroscope



Youtube



**Titre du projet :** CV-VigneSol : Konzeption innovativer Routen zur herbizidfreien Bodenbedeckung im Weinbau

**Requérants :** FIBL – Changins – hepia – Agroscope

**Financement :** OFAG

**Eine wachsende Zahl von Weinbauern pflanzt verschiedene Bodenbedeckungen an, schränkt die Bodenbearbeitung ein und verzichtet auf Herbizide.** Die Einschränkungen sind jedoch vielfältig: Ertrag und Qualität der Trauben, schwer maschinell bearbeitbare Parzellen, Regulierung der Vegetation, Wasser- und Stickstoffstress, Bodenschutz, Förderung der Biodiversität, Klimawandel.

Das vorliegende Projekt hat den Anspruch, diese Entwicklungen durch ein besseres Verständnis der beteiligten Prozesse zu unterstützen. Es wird eine Kohärenz zwischen tatsächlichen Problemen, Produktionskontexten und möglichen Lösungen angestrebt. Die Forschung ist in drei Teile gegliedert.

Der erste besteht darin, eine Diagnose der herbizidfreien Praktiken und ihrer Auswirkungen auf den Boden, die Biodiversität, die Weinreben und die Trauben zu erstellen. Dies wird die Umsetzung neuen technischen Abläufen ermöglichen.

Der zweite Teil zielt auf ein besseres Verständnis innovativer Praktiken ab, die von Praktikern in einem On-Farm-Netzwerk entwickelt wurden. Dieser Teil dient auch als Plattform für den Wissenstransfer und für einen Querschnittsblick auf die konservierende Landwirtschaft und andere Dauerkulturen.

Die dritte Säule des Projekts findet „on-station“ statt, mit der Einrichtung einer hochinstrumentierten Versuchsanordnung, um die Reaktionen der Reben und des Bodens auf verschiedenen technischen Abläufen, die Pflanzendecken und Bodenpflegemethoden kombinieren, zu vertiefen.

## Innovative teaching approaches at University level

mit Klaus Jarosch (Agroscope)

Die aktuellen Lehrkonzepte verlagern sich zunehmend von einem „Dozentenparadigma“ mit klassischen Vorlesungen zu einem „Lernparadigma“, das den Studierenden ausreichende Instrumente und Unterstützung bietet, um sich das Wissen selbst anzueignen. Die Anwendbarkeit dieses Ansatzes für die Vermittlung von Grundlagen der Bodenkunde wurde anhand eines „flipped classroom“-Ansatzes in einer Pflichtvorlesung für ~140 Geographiestudenten im ersten Studienjahr untersucht. Zu den Themen des Kurses gehörten i) bodenbildende Faktoren und Bodenbeschaffenheit, ii) physikalische, chemische und biologische Bodeneigenschaften, iii) Bodenklassifizierung und iv) Bodenfunktionen, -gefährdung und -schutz. Eine Woche vor jeder Vorlesung erhielten die Studierenden a) ein vom Dozenten aufgezeichnetes Video mit dem Inhalt der Lektion, b) unterstützende Videos (youtube, selbst erstellt) zur Demonstration oder Visualisierung verschiedener Prinzipien (z. B. Bodentextur, Kationenaustausch usw.) und c) ein Online-Selbstbewertungsinstrument. Während der Vorlesung wurden die Studierenden zunächst zu Fragen befragt, die während der Vorbereitung aufkamen und die anschließend vom Dozenten beantwortet wurden. Danach erhielten die Studierenden ein Übungsblatt zu der jeweiligen Vorlesungseinheit. Die Übungen umfassten die Überprüfung des aktuellen Wissensstandes, die Anwendung von Konzepten in neuen Situationen, aber auch praktische Übungen und wurden am Ende jeder Vorlesungseinheit gemeinsam besprochen. In der letzten Vorlesung führten wir eine anonyme Umfrage unter allen teilnehmenden Studierenden durch, in der wir sie nach ihrer Meinung fragten, welche Lehrmethode ihren Bedürfnissen besser entsprach. Die Umfrage wurde mit einer Probeprüfung kombiniert, bei der die Studierenden ihren aktuellen Wissensstand testen konnten, der auch die verschiedenen in der Vorlesung verwendeten Lehrmethoden widerspiegelt. Durch die Kombination der Wahrnehmung des Nutzens der verschiedenen Lehrmethoden mit dem aktuellen Wissensstand, der durch die verschiedenen Lehrmethoden erreicht wurde, wollen wir die nützlichsten Ansätze für den Unterricht in Bodenkunde in einem Flipped-Classroom-Format ermitteln.

## Der Boden kommt in die Schulen mit dem Bodennetz

Mit Beatrice Kulli (ZHAW)

Das Bodennetz ist eine Bildungsplattform zum Thema Boden. Sie richtet sich an Lehrpersonen aller Schulstufen sowie an alle weiteren Personen, welche am Thema Boden interessiert sind. Wir reagieren damit auf das zunehmende Interesse von Schulen verschiedener Stufen, die das Thema altersgerecht im Unterricht behandeln wollen. Die Landingpage des Bodennetzes ist schon länger online. In diesem Jahr wurde die Arbeitsgruppe auf Mitglieder weiterer Landessprachen ergänzt und die Bodennetz-Geschäftsstelle besetzt. Die deutschsprachigen Lehrmittel wurden um französischsprachige ergänzt. Sobald das Gerüst der Webseite fertiggestellt ist, beginnt das Einfüllen der Inhalte.



## Neue Ideen für den CAS Bodenkartierung und das Sammeln von Kartiererfahrung

Mit Christine Eggert (myx GmbH) und Roman Berger (ZHAW)

In der Schweiz gibt es bekanntlich keinen Bachelor- oder Master-Studiengang in Bodenkunde oder sogar Bodenkartierung. Angehende Nachwuchskartierende besuchen deshalb entweder den CAS Bodenkartierung, der alle 2 Jahre durchgeführt wird, oder werden von privaten Unternehmen «on the job» ausgebildet.

In diesem Referat werden die aktuellen Möglichkeiten ausgeführt sowie neue Erkenntnisse und Ideen für eine bessere Ausbildung von Nachwuchskartierenden vorgestellt. Einerseits wird eine Anpassung des CAS Bodenkartierung mit einer gleichzeitigen Ausgliederung des Praxisteils erörtert. So könnten Nachwuchskartierende in verschiedenen Gebieten Böden kartieren und in einem grösseren und vielseitigeren Umfang erste Erfahrungen sammeln. Andererseits wird ein Modell vorgestellt, in dem private Unternehmen Nachwuchskartierende von anderen Unternehmen coachen und ausbilden könnten.

# Die Böden des Arboretum d'Aubonne: die Entwicklung eines Bodenlehrpfads

Amandine Fontaine, Karine Gondret, Cédric Deluz, Noémie Morel, Giulia Martini, Etienne Jacquemet, Tobias Sprafke (HAFL), Bela Glavitsch, Ophélie Sauzet – HEPIA Genf

## **Geschichte**

Das Arboretum des Vallon de l'Aubonne ist einzigartig in der Schweiz. Es ist ein weitläufiger Park, der Baum- und Straucharten von allen Kontinenten präsentiert, die in unserer Region wachsen können. Das Arboretum besteht seit 1968 und erstreckt sich über eine Fläche von etwa 130 ha innerhalb eines land- und forstwirtschaftlich genutzten Gebiets von etwa 200 ha Grösse. Hier wachsen fast 4.000 Holzpflanzen.

Das Arboretum wird von Norden nach Süden von der Aubonne durchquert, einem wilden Fluss, der am Fuße des Jura, südöstlich von Bière, entspringt. Sie hat zwei nennenswerte Zuflüsse, den Toleure und den Sandoleyre. Das zwischen Jura und Genfer See gelegene Arboretum liegt zwischen 500 bis 650 m.ü.M. und bietet der Vegetation sehr günstige Bedingungen. Die von der Aubonne geschaffene Rinne sorgt für lokale Hanginstabilitäten, seitliche Einbrüche und ein variables Relief. Dadurch sind die Expositionen vielfältig und begünstigen einen vielfältigen Bestand an Gehölzpflanzen<sup>1</sup>

In Zusammenarbeit mit der HEPIA (Haute école du paysage, d'ingénierie et d'architecture de Genève) möchte das Arboretum einen Bodenlehrpfad entwickeln, der für die Öffentlichkeit zugänglich sein soll. Er wird auch HEPIA-Studenten dienen, die regelmäßig diesen Ort besuchen, um Zier-, Forst- und Obstbaumarten zu entdecken.

## **Bodenprofil Arboretum**

Diese Profilgrube liegt im Wald südlich des Parkplatzes und wurde 2012 öffentlich zugänglich gemacht. Eine für die breite Öffentlichkeit verständliche Aufbereitung (Abb. 1) geschah in Zusammenarbeit von EPFL, ECOS und WSL. Im Rahmen der bodenkundlichen Lehre wird dieses Material auf der Grundlage der Beobachtungen der Studenten und der zur Verfügung stehenden physikalisch-chemischen Analysen diskutiert und ergänzt (Abb. 2 und Tab.1).

---

<sup>1</sup> L'Arboretum du Vallon de l'Aubonne. <https://www.arboretum.ch/>.

## 1. Observation

### Litière (L) :

Feuilles en décomposition

### Horizon (1) :

Brun foncé, matière organique en décomposition (54%)

Acide (pH = 4.2)

Beaucoup de racines

### Horizon (2) :

Brun gris, 5.6% de matière organique

Très sableux (52% sable)

Acide (pH = 4.6)

Quelques racines

### Horizon (3) :

Brun jaune, 1.4 % de matière organique

Très sableux (50% sable)

Acide (pH = 4.6)

Beaucoup de grosses racines

### Horizon (4) :

Brun jaune, compact

Beaucoup de cailloux

Peu de racines



## 2. Interprétation

### Litière (L) + Horizon (1) :

Forte teneur en matière organique qui retient les éléments minéraux.

Humus à décomposition lente.

Fertilité importante

### Horizon (2) : organo-minéral discontinu

Filtrant avec peu de rétention d'éléments nutritifs

### Horizon (3) : minéral issu de l'altération de la roche mère

Filtrant avec peu de rétention d'éléments nutritifs

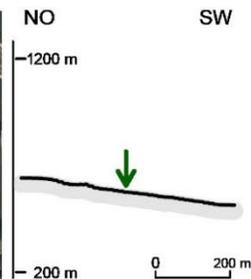
### Horizon (4) : minéral d'altération

Moins filtrant

Tassement, compaction

Abbildung 1 : Vereinfachte Beschreibung des Bodenprofils Arboretum durch EPFL, ECOS et WSL

# Bodenprofil AA-1\_BGS2024 (24655), Aubonne



**Standort**  
 ID Standort **24631**  
 persönliche ID **AA-1\_BGS2024**  
 X-Koordinate **2517998**  
 Y-Koordinate **1151220**  
 Genauigkeit Koord. **5**  
 Gemeinde-Nr. **5422**  
 Gemeinde **Aubonne**  
 Kanton **VD**  
 Beschreibung **WA**  
 Vegetation **-1**  
 Flurabstand [cm] **-1**  
 Kalkgrenze [cm] **-1**  
 Wasserh.gruppe **b**  
 Bodentyp **E**  
 Untertypen **E3,ZT**

Lage **575.4**  
 Höhe **0**  
 Kleinrelief **HH**  
 Landschaftselement **21**  
 Neigung [%] **34**  
 Exposition **k**  
 Geländeform **B2**  
 Klimaeignungszone **VD**  
 Nutzungsgebiet **80**  
 Skelett OB **73**  
 Skelett UB  
 Textur OB  
 Textur UB  
 PNG geschätzt [cm]  
 PNG berechnet [cm]

**Stammdaten**  
 ID Beobachtung **24655**  
 Profilart **P**  
 Projekt **Diverses**  
 Datum **2024-09-09**  
 Kartiert durch **sft3**  
 Erfasst durch **sft3**  
 QS Labor **nein**  
 QS Feld **nein**  
 Anzahl Proben **0**  
 Dokumente **3**  
 Kommentar

Public profile, totally dried out under roof, structure and colour hard to estimate. O-Horizons largely removed and not replenished. PNG Estimate higher as profile was not exposed until C-Horizon

## Feldbeobachtung

Nr. (27)	Tiefe von [cm] (28)	Tiefe bis [cm] (28)	Horizont (29)	Horizontüberg. unten	Bodenbereich (ft)	Ausgangsmat. Geologie (62)	Kalkklasse (44)	pH Heilige (46)	OS-Feld [%] (33)	Zersetzungsgrad (cc)	Ton (35/36)	Schluff (37/38)	Sand (39/40)	Kies (41)	Steine (42)	Gesteinstyp (ee)	Technogenes Substrat (th)	Feuchtigkeit (dd)	Geißelform/-größe (31/32)	Porosität (kk)	Bewurzelung (bb)	Wurmfälligkeit (gg)	Ernterückstände (mm)	PNG-Faktor Boden	Farbe Matrix	Farbe Flecken
1	-3	0	Oh,(q)		AU			75.0						0	0			tr						1		
2	0	10	EA(h)		OB	HL/MO4	0	4.5	4.0		14	35	51	6	0			tr						1		
3	10	45	Bw1		UB	HL/MO4	0	4.5	2.0		14	38	48	8	0			tr						1		
4	45	60	Bw2		UB	HL/MO4	0	4.5	0.4		9	40	51	14	2			tr						1		
5	60	95	II CB(t)		UB	MO4/SC4	0	4.8	0.1		9	25	66	35	18			tr						1		



### Kommentare Horizonte:

-3 - 0 cm: appears similar to Ahh,q but with higher amount of OS  
 60 - 95 cm: reddish brown, no clear clay coatings due to sandy matrix. Mix of angular and rounded coarse material (up to 30 cm diameter)  
 Auflagemächtigkeit [cm]: 3; Profiltiefe [cm]: 95



# Ackerböden bei Montherod (Aubonne) im Kontext der bodenkundlichen Lehre

## Hintergrund

Südlich von Montherod wurden im Ackerland Bodenprofile geöffnet um mit Studierenden der HEPIA die strukturellen Eigenschaften, insbesondere im Hinblick auf menschliche Einflüsse zu untersuchen.

Obwohl die beiden Parzellen, auf denen sich die Profile befinden, nur etwa 30 Meter voneinander entfernt sind (Abb.3 und 4) und vergleichbare physikalisch-chemische Oberflächenmerkmale aufweisen (Tab.2), zeigen sie in der Tiefe eine sehr unterschiedliche Horizontabfolge (Abb. 5 und 6), die unterschiedliche Ausgangsmaterialien und bodenbildende Prozesse erkennen lässt.

Im Rahmen der bodenkundlichen Lehre im Studiengang Agronomie der HEPIA wird die Methode des Ackerprofils i) zur Bewertung des agronomischen Potenzials verschiedener Bodentypen (als Ergänzung zur Bodengrube) und ii) als Diagnoseinstrument und für den Dialog mit dem Landwirt verwendet, um dessen Entscheidungsfindung zu erleichtern und seine Praktiken zu verbessern. Die Schlussfolgerungen der Diagnose können durch den Vergleich kontrastreicher Vegetationszonen weiter untermauert werden.



Abbildung 3 : Lage des Ackerprofils *Steiner* (Soildat ID: MLP-1\_BGS2024)

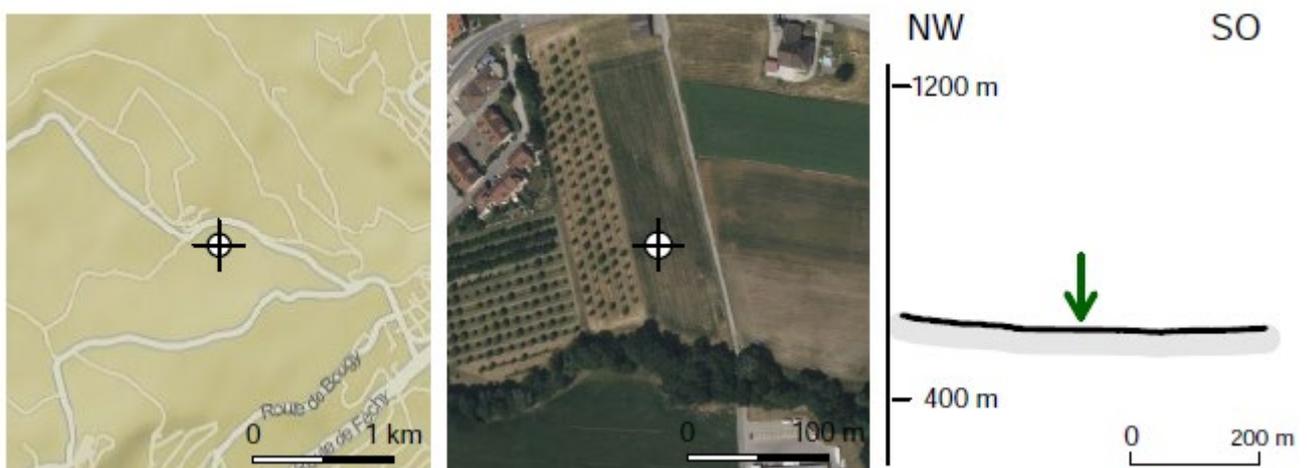


Abbildung 4 : Lage des Ackerprofils *Hofstetter* (Soildat-ID: MLV-1\_BGS2024)



Abbildung 5 : Foto des Ackerprofils *Steiner*  
(Soildat-ID: MLP-1\_BGS2024; Tobias Sprafke, 2024)



Abbildung 6 : Foto des Ackerprofils *Hofstetter*  
(Soildat-ID: MLV-1\_BGS2024; Tobias Sprafke, 2024)

Tableau 2 : Laboranalyses der Bodenprofile der Parzelle *Steiner* und der Parzelle *Hofstetter* (HAFL Bodenlabor)

	sample ID	cm	-cm	Horizon	CaCO3 w%	OS w%	pH	< 0.002 mm w%	0.05- 0.002 mm w%	2-0.05 mm w%	mg K / kg soil	mg P / kg soil	KAK pot cmol+/k g	BS w%
<b>Steiner (MLP-1_BGS2024)</b>														
1	HAFL_3	0	10	Ah,(p)	0	4.7	6.1	22	33	41	8.3	3.0	21.8	60.2
2	HAFL_4	10	30	BA(h),(x)	0	2.4	6.7	23	33	41	3.0	2.4	19.9	71.4
3	HAFL_5	30	58	Bw,x	0.1	1.1	7.2	20	30	49	1.1	0.1	16.1	73.9
4	HAFL_6	58	75	II CBx	0	0.1	7.1	10	16	74	1.4	0.8	8.6	71.9
5	HAFL_7	75	92	II BC(g)	0.1	1.1	7.6	12	25	63	0.7	0.5	10.6	80.2
6	HAFL_8	92	110	II C(g)	9.3	1.0	8.4	9	21	69	0.9	0.0	11.0	97.3
7	---	110	125	II Ck,g										
4 (gravel)	HAFL_9	50	70		0.5	0.5	7.7	12	13	75	3.9	0.5	8.6	82.5
<b>Hofstetter (MLV-1_BGS2024)</b>														
1	HAFL_10	0	10	Ah,p	0.1	3.8	6.2	23	44	29	17.3	0.5	24.7	68.4
2	HAFL_11	10	32	Ah,(p),(g)	0.1	4.0	6.4	23	43	30	3.6	0.5	22.6	66.0
3	HAFL_12	32	65	II CBg	0	2.1	6.8	28	52	18	1.0	0.0	22.6	77.4
4	HAFL_13	65	98	III bAh,g	0.1	3.8	7.0	26	38	32	0.3	0.0	34.0	80.0
5	HAFL_14	98	110	IV Cg,(r)	0.5	1.2	7.8	15	32	52	0.9	0.0	13.1	85.5
6	HAFL_15	110	120	V Cg,(r)	26.1	0.2	8.8	8	28	64	4.8	0.0	10.1	83.2

## Methodik am Ackerprofil (« profil cultural »)

Die Methode des Ackerprofils ist eine Beobachtungs- und Diagnosemethode, die in den Agrarwissenschaften entwickelt wurde<sup>2</sup>. Es handelt sich um einen Schnitt durch den Ackerboden, um folgende Aspekte zu beobachten und zu diskutieren:

- die Auswirkungen der Bodenbearbeitung und des Befahrens mit Maschinen auf die Bodenstruktur;
- die Verwurzelung der Kulturpflanzen und die Hindernisse, die dem entgegenstehen (bodenkundliche Eigenschaften der Horizonte, Steine, verdichtete Bereiche, Pflugsohle usw.);
- die Dynamik des Wassers im Boden (Hydromorphie usw.) ;
- die Bodenfauna und die Verteilung der organischen Substanz.

Bei dieser Methode wird großer Wert auf die Berücksichtigung der räumlichen Variabilität der Struktur gelegt (die sich aus der Wirkung von Werkzeugen und Reifen auf den Boden ergibt). Es wird eine laterale und vertikale Partitionierung der Beobachtungsfläche vorgenommen, die zur Abgrenzung von Kompartimenten führt (Abb. 7)<sup>3</sup>.

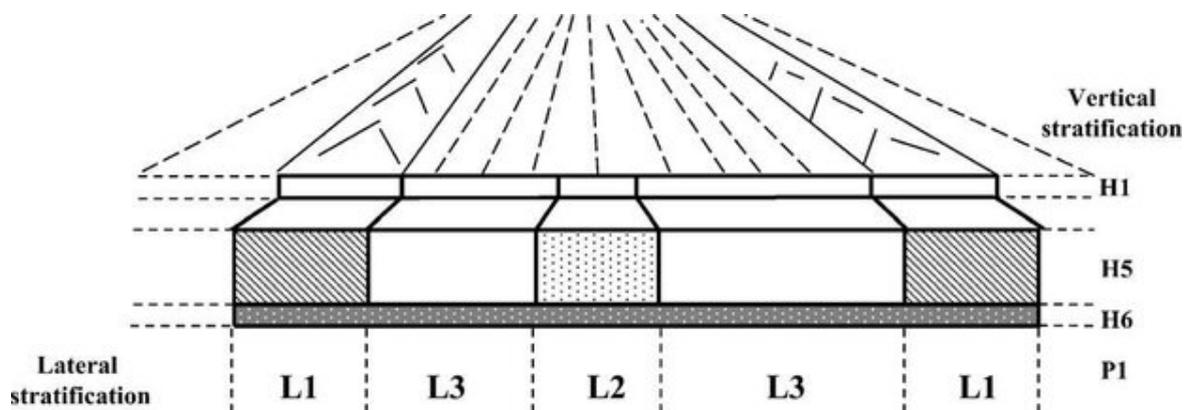


Abbildung 7: Prinzipielle Gliederung der Profilwand.

*Vertikalgliederung : H1, Saatbett ; H5, Gepflügter Horizont non wieder gestört ; H6, früherer Pflugbereich ; P1, erster Bodenhorizont*  
*Lateralgliederung : L1, Profilteil im Bereich von sichtbaren Fahrspuren ; L2, Profilteil mit Fahrspuren die nicht an der Oberfläche sichtbar sind L3, Profilteil der seit dem letzten Pflügen nicht befahren wurde* (nach Gautronneau & Manichon, 1987 ; in Boizard et al., 2019)

In jedem dieser Kompartimente wird die Struktur hinsichtlich i) der Größe und der Art der Verbindung von Klumpen und Feinerde und ii) dem Ausmaß und der Art der Porosität innerhalb der Klumpen analysiert. Diese Kriterien ermöglichen eine Diagnose der Auswirkungen der Struktur auf die Funktion des Feldes, eine Analyse des Ursprungs der beobachteten Zustände sowie Prognosen über ihre Entwicklung.

Das Ackerprofil ist zwar nicht so schnell wie der Spatenstich, aber es ist zweifellos die einzige Möglichkeit, den gesamten Vertikalaufbau des Bodens darzustellen und ein umfassendes Verständnis des Systems im Kulturland zu erlangen.

<sup>2</sup> Gautronneau, Y., Manichon H. 1987. Guide méthodique du profil cultural. CEREF-ISARA/GEARA-INAPG. Gorbng, J. 1947. Die Grundlagen der Gare im praktischen Ackerbau, Band II. Landbuch-Verlang G.M.B.H, Hannover. <http://profilcultural.isara.fr>

<sup>3</sup> Boizard H., Peigné J., Vian J.F., Duparque A., Tomis V., Johannes A., Métails P., Sasal M.C., Boivin P., Roger-Estrade J., 2019. Les méthodes visuelles d'évaluation de la structure du sol au service d'une démarche clinique en agronomie. *Agronomie, Environnement et Sociétés*, 9 (2) : 55-76.

## Das Projekt SOILSCAPE und ein neuer Bodenlehrpfad für die Schweiz

Mit Tobias Sprafke (BFH-HAFL)

Das Horizon Europe Projekt SOILSCAPE, co-finanziert vom Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation (SBFI), nutzt die Kraft der Kultur- und Kreativwirtschaft, von Künstler\*innen und zivilgesellschaftlichen Organisationen, um den Bodenschutz in ganz Europa und darüber hinaus zu fördern. In Zusammenarbeit mit Expert\*innen aus den Bereichen Bodenkunde, Kunst, Entscheidungsfindung und Geisteswissenschaften will das von der Französischen Bodenkundlichen Gesellschaft (AFES) koordinierte Projekt Bodenkompetenz fördern und den Boden durch kreative Ansätze würdigen, indem es Bürger\*innen und Fachleute auf diesem Weg einbindet. Neben dem Aufbau eines Netzwerks, sollen auch zahlreiche konkrete Projekte zwischen Boden und Kunst gefördert werden. Die BFH-HAFL ist eine von 19 Partnerinstitutionen zwischen Finnland und Portugal und wird als zentralen Beitrag einen Muster-Bodenlehrpfad in der Schweiz errichten, um Boden für die breite Bevölkerung sichtbar zu machen. Die genaue Form und Lokalität sind noch offen, daher freuen wir uns über interessante Ideen und spannende Kontakte.

# Vorstellung der Bodengruben im Dorigny-Wald

## Das Swissoil Projekt

Das SWISSOIL Projekt ist ein didaktisches und pädagogisches Projekt im Bereich der Bodenwissenschaften, das 2016 ins Leben gerufen wurde. Es hat zum Ziel, eine Unterstützung *in situ* auf dem Campus der Universität Lausanne, aber auch in Form einer Website anzubieten. Zu diesem Zweck wurden auf dem Campus sieben Profilgruben ausgehoben. Sie ermöglichen die Betrachtung von Böden mit unterschiedlichen geologischen Ausgangsmaterialien, Bodenbildenden Prozessen sowie Vegetations- und Humusformen.

### Site 1 – FLUVIOSOL TYPIQUE

Nom complet : FLUVIOSOL TYPIQUE **multifluviatique rédoxique**

#### Qu'est-ce qu'un fluviosol ?

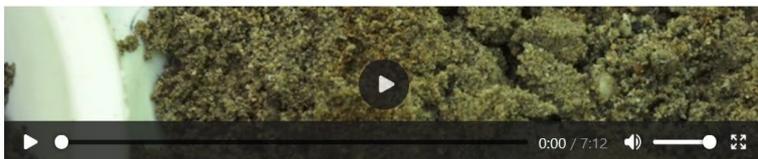


Un fluviosol est un sol peu évolué, formé par des **alluvions** fluviales ou lacustres récents, déposés en bordure d'un milieu aquatique. Le moteur de notre FLUVIOSOL TYPIQUE est la rivière de la Sorge qui passe à quelques mètres du profil de sol. Lors de crues, des sédiments sont emportés hors du lit habituel, et se déposent aux alentours. Chaque crue dépose donc une nouvelle couche, recouvrant aussitôt la jeune végétation et la couche d'**humus** : le processus pédologique repart à zéro, et ce, à chacune des crues. Ceci donne alors le préfixe **multi-** en référence à plusieurs événements de même nature formant le sol.

On observe des taches brunes/rousses en bas du profil. Ces taches nous indiquent la présence de fer, entraîné par **lixiviation** dans les horizons profonds de ce sol. La couleur rousse est due à l'oxydation du fer, qui a lieu grâce à la présence d'oxygène lorsque la nappe phréatique sous-jacente se retire (battement de nappe). Le fer oxydé se lie facilement aux **argiles**, mais ces derniers sont très peu présents dans ce sol. Le fer va donc être emporté de plus en plus profond au

gré des battements de nappe et de son changement d'état chimique. Lorsque le fer est oxydé, il tend à être immobile alors que lorsqu'il est réduit il devient très mobile et est emporté avec les eaux. Seul le fer dit « libre » migre et change d'état au gré des conditions **oxiques/anoxiques**. Le fer piégé au sein des réseaux cristallins de silicates primaires ne va ni changer d'état, ni migrer.

Vidéo de présentation du site par Claire Guénat, Dr. es Science du sol et collaboratrice scientifique à l'EPFL



**Abbildung 1** Beispiel für einen der 7 Böden des Dorigny-Waldes, der auf der Website präsentiert wird (screenshot von <https://wp.unil.ch/swissoil/les-profiles-de-sol-de-dorigny/site-1/>).

Das Projekt richtet sich an Studierende der Bodenwissenschaften und die Forschungscommunity und dient als Unterstützung der Wissenschaftsvermittlung für die breite Öffentlichkeit.

### les profils de sol

Les sols de Dorigny

Site 1 – FLUVIOSOL TYPIQUE

Site 2 – BRUNISOL DYSTRIQUE

Site 3 – CALCISOL

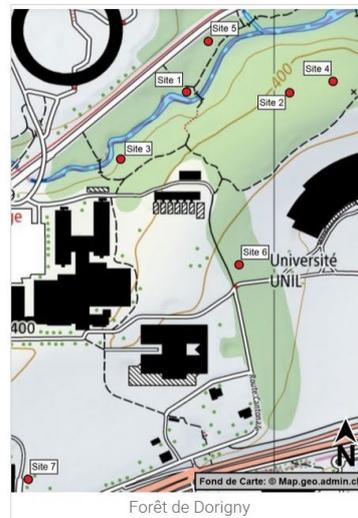
Site 4 – BRUNISOL DYSTRIQUE

Site 5 – ANTHROPOSOL ARTIFICIEL

Site 6 – BRUNISOL EUTRIQUE

Site 7 – ANTHROPOSOL RECONSTITUÉ

### Localisation des sites



Recherche

Recherche

Die Website bietet einen Leitfaden für die Beobachtung von Böden und der sie umgebenden Biodiversität. Sie stellt standortspezifische Informationen und Daten zur Verfügung: Bodenkarte, Humusform, Vegetationsaufnahme sowie physikalisch-chemische Daten. Es ermöglicht der Öffentlichkeit auch, sich mit den verschiedenen Analysen vertraut zu machen, die in der Bodenkunde durchgeführt werden.

Die Böden werden nach Référentiel Pédologique angesprochen und klassifiziert. Eine Übersetzung in die Schweizer Bodenklassifikation ist in Arbeit. Die heute vorgestellten Profile stehen dabei zur Diskussion.



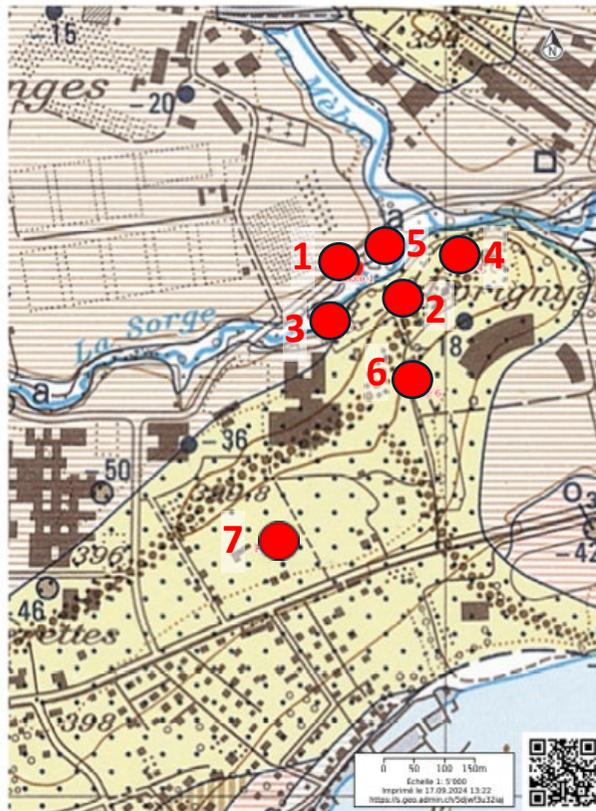
*Abbildung 2 QR-Code SWISSOIL webpage*

### **Allgemeine Vorstellung des Dorigny-Waldes**

Aus geologischer und lithologischer Sicht entspricht der Dorigny-Wald einer alten Moräne, die der Rhonegletscher bei seinem Rückzug am Ende der letzten Würm-Eiszeit vor etwa 15.000 Jahren abgelagert hat. Äolische Ablagerungen (Löss), sind ebenfalls auf diesem Hügel vorhanden.

Der Hügel wird vom Fluss La Sorge umflossen, der beim Zusammenfluss mit der Mèbre zur Chambronne wird. Der Abfluss dieses Flusses hat die Landschaft am unteren Ende des Hügels im Laufe der Jahrhunderte geformt. Die Landschaft wurde auch stark vom Menschen beeinflusst, sei es durch anthropogene Veränderungen des Flusslaufs oder durch den Bau des Campus. Bei letzterem wurden zahlreiche Ausgrabungen, Erdtransporte und Aufschüttungen vorgenommen, die den Boden an einigen Stellen tiefgreifend veränderten.

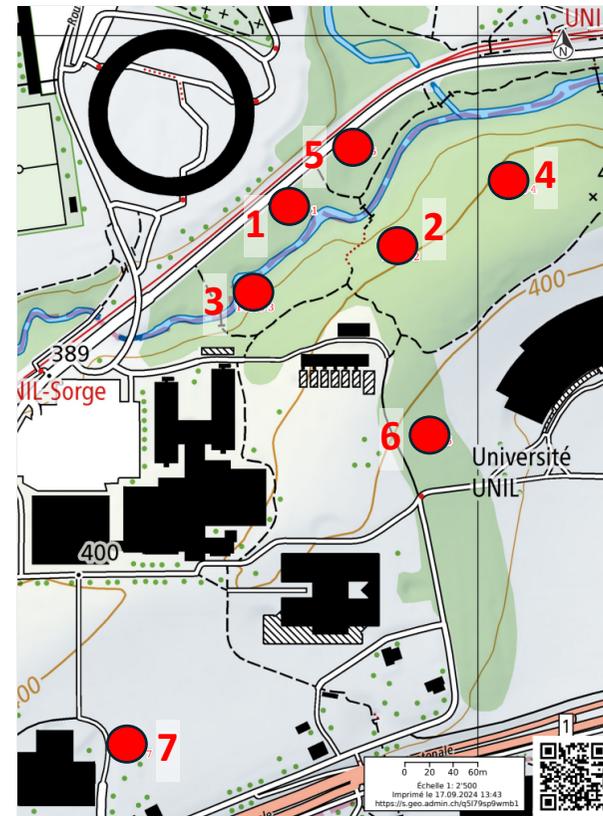
Die Baumvegetation des Dorigny-Waldes weist eine Dominanz von Buche (*Fagus sylvatica*) und Esche (*Fraxinus excelsior*) auf. Daneben gibt es verschiedene Arten von Ahorn, Linden und Wildkirschen. In der Strauch- und Krautschicht finden sich dieselben Arten, zusätzlich Brombeeren, Efeu, aber auch Schachtelhalm und Seggen in den unteren Hanglagen in der Nähe des Flusses (Feuchtgebiet).



**Abbildung 2** Geologische Karte von Drigny und die 7 Gruben des Bodenlehrpfads. Quelle: Swisstopo

### Legende

-  Rezente Anschwemmungen
-  Gletscher- und Seenablagerungen
-  Moräne
-  Profilnummer



**Abbildung 1** Die 7 SWISSOIL-Bodenprofile. Quelle: Swisstopo

Profil 1: Fluvisol

Profile 2 und 4: Saure Braunerden

Profile 3 und 7: Neutrale Braunerden

Profil 5: Kalkpseudogleye

Profil 6: Kalkbraunerden

## Präsentierte Böden

### Profil 5 : Pseudogley, kalkhaltig, anthropogen, polygenetisch, kompakt

Dieser Boden teilt sich in zwei Teile. Die ersten 70 cm von der Oberfläche bestehen aus anthropogenen Aufschüttungen, die Kieselsteine unterschiedlicher Größe sowie eine Mischung aus eckigen und abgerundeten Blöcken enthalten. Die Wurzeln nehmen mit zunehmender Tiefe ab, die Blöcke sowie die Redoxflecken hingegen nehmen zu. Der Boden ist nach unten hin zunehmend verdichtet. Dieser Teil des Bodens steht höchstwahrscheinlich mit dem Bau der nahe liegenden Strasse in Verbindung.

Der zweite Teil des Bodens, unterhalb von 70 cm, ist der ursprüngliche Boden, ein Fluvisol mit zwei Horizonten aus sandigem Lehm, ohne Blöcke oder Steine, reich an Wurzeln und mit einigen Redoxspuren im tiefsten Horizont. Diese Horizonte wurden in einem Flusssystem bei Überschwemmungen abgelagert. Dies ist der Boden, wie er an dieser Stelle ohne den Einfluss des Menschen ausgesehen hätte. Dieser Fluvisol wurde überdeckt und verdichtet.



Abbildung 2 **Bodenprofil 5**

### Profil 6 : (Kalk)Braunerde

Die große Besonderheit dieser Profilgrube ist die lithologische Diskontinuität bei 70 cm, darunter befindet sich eine fluvio-glaziale Ablagerung, die wahrscheinlich aus der letzten Eiszeit stammt. Der Bruch in der Mitte der fluvioglazialen Ablagerung rührt von einem Eiseinbruch her, der die Sedimente mit zunehmender Größe zusammenschob. Diese Schicht ist nicht das Muttergestein unseres Bodens, sondern eine lokal begrenzte Ablagerung mit Auswirkungen auf die Pedogenese des Bodens, z. B. haben die darin enthaltenen Karbonate eine Pufferwirkung auf den pH-Wert und senken den Säuregehalt

Dieser Boden hat einen sehr geringen Tongehalt, was sich unter anderem in einer viel geringeren Aluminiumkonzentration als bei den anderen Böden zeigt. Die Austauschstellen sind ebenfalls vollständig gesättigt. Eine beginnende Eluierung ist im Horizont (B1) zu beobachten.



Abbildung 3 **Bodenprofil 6**



## Profil 6 : Kalkbraunerde

Situation	Topographie / Géologie	Données du profil								
Forêt : Hêtraie à aspérule. Climat tempéré humide, 11.2°C (de moyenne annuelle) et 1030.6 mm de précipitations	Faible pente (5%) orientée Nord-Ouest Dépôts fluvioglaciers du Würm	Clé de données	N° du projet	Type de profil	Pédologie	Date		Désignation du profil		
		1		2	3	4	5	6	7	
		6.1		P	SG	20	12	2022		
		8	Commune Ecublens						Comm. N°	
		9	Canton Vaud (VD)						10	
		Localité Toponyme Forêt de Dorigny						11		
		2	N° feuille 1:25'000	Coordonnées	13	2'533	963.50	1'152	668.63	14
		Code cartographique						15		

Remarques	Désignation du sol							
	Sol brun calcaire			Type de sol	16	1352	17	
				Sous-type			18	
				Pierrosité	19		20	
				Texture de la terre fine	21		22	
				Groupe du régime hydrique			23	
				Profondeur utile	cm		24	
				Pente	25	%	Forme du terrain	26

Horizon			Relevé du profil												
N°	Profondeur	Description	Croquis du profil	31/32	33/34	35/36	37/38	39/40	41 (43)	42	44/45	46/47	48 - 55	56	
				Structure	Matière org. %	Argile %	Silt %	Sable %	Graviers (0.2-5) Vol. %	Pierres (>5cm) Vol. %	Carbonat CaCO <sub>3</sub> %	pH CaCl <sub>2</sub>	Couleur (Munsell)	Echantillons remarques	
	0														
	0-10	A		Gr	8,01	12,9	60,2	26,9			1,81	6,81	7,5YR2/2		
	10-22	AB1		Po	2,74	9,9	45,1	45,0			0,30	6,88	7,5YR 3/2		
	22-40	B1		Po	2,12	13,0	55,4	31,7			0,11	6,55	7,5YR 4/2		
	40-70	B2		EK	1,12	10,1	50,9	39,0			0,10	4,20	7,5YR 4/4		
	>70	IIck		EK	0,59	3,6	26,4	70,0			31,18	6,35	7,5YR 3/4		

Site							Evaluation / Aptitude				
Altitude	Exposition	Zone agroclimatique	Végétation actuelle	Matériau de départ	Elément du paysage	Zone du cadastre agricole	Classe d'aptitude	Pointage du sol	Catégorie d'exploitation	Classe d'exploitation	
58	59	60	61	62/63	64	65	73	74	75	76	
401 m	NO		WA	MO							

Restrictions à l'utilisation / Aménagements								
Etat de la structure	Limitations		Restrictions à l'utilisation		Aménagements		Utilisation d'engrais	
66	67		68		constatés		recommandés	
					69		70	
							71	
							72	

Forêt												
Forme d'humus	Peuplement	Hauteur arbres, m		Réserves, m <sup>3</sup> /ha		Age (ans)		Associa-tion	Espèces d'arbres adaptées		Capacité production	
100	101	102	103	104	105	106	107	108	109		110	111
Me												