



Jahrestagung 2007

Am 15./16. März 2007 Universität Bern, Geographisches Institut

Bodenkundliche Ausbildung in der Schweiz – Bedürfnisse und Angebote

(Vorträge und Diskussionen)

Das Angebot an bodenkundlicher Ausbildung ist zur Zeit tief greifenden Wandlungen unterworfen. Institute an universitären Hochschulen und Forschungsanstalten wurden oder werden umgestaltet und Fachhochschulen profilieren sich. Die Ansprüche der Praxis an das bodenkundliche Wissen haben sich gewandelt. Die Probleme sind komplexer geworden und die Kommunikation mit Experten anderer Disziplinen hat für bodenkundliche Fachleute grosse Bedeutung.

An dieser Tagung sollen die aktuellen Bildungsangebote den Ansprüchen der Praxis gegenübergestellt und allfällige Lücken aufgedeckt werden, um so in der BGS eine Diskussion über die zukünftige bodenkundliche Ausbildung in der Schweiz einzuleiten.

Bodenkundliche Forschung in der Schweiz

(Posterausstellung)

Die BGS setzt sich ein für die Vertiefung und Verbreitung bodenkundlichen Wissens. Die Posterausstellung dient dazu, den Dialog zwischen Forschung und Praxis bzw. Verwaltung zu fördern.

Veranstalter

Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz BGS, Groupe de reflexion

Tagungssekretariat

BGS Geschäftsstelle
Nicole Näf
c/o Umwelt und Energie Kt. Luzern
Libellenrain 15, Postfach 3439
6002 Luzern
041 228 60 60
bgs.gs@soil.ch

Programm

Donnerstag, 15. März

09.00 – 09.30 Registrierung, Kaffee, Gipfeli

Teil I

09.30 – 09.40 Begrüssung

09.40 – 10.30 BafU: Bodenschutz Herausforderung für Wissenschaft und Praxis

10.35 -11.45 Aktuelle Forschung in Bodenkunde und Bodenschutz -
Vorstellung der Poster

11.45 -12.15 Rundgang durch die Posterausstellung

12.15 – 14.00 Mittagessen

14.00 – 15.00 Anforderungen an die Bodenkunde aus Sicht der kantonalen Bodenschutzfachstellen

15.00 – 16.00 Postersession und Apéro

16.00 – 18.30 Generalversammlung der BGS, anschliessend gemeinsames Nachtessen

Freitag, 16. März

Teil II

08.30 – 09.30 Anforderungen an die bodenkundliche Ausbildung aus Sicht privater Büros und Unternehmen

09.30 – 10.00 Bodenkundliche Ausbildung an schweizerischen Hochschulen, Teil 1

10:00 - 10:10 Vorstellung AFES

10.10 - 10.45 Postersession, Kaffee

10.45 – 12.15 Bodenkundliche Ausbildung an schweizerischen Hochschulen, Teil 2

12.30-14.00 Mittagessen

14.00-15.00 Diskussion in Gruppen:
Herausforderung an die bodenkundliche Hochschul-
ausbildung
Förderung des Dialogs zwischen Praxis und Hoch-
schulen bezüglich der bodenkundlichen Ausbildung
Bodenkundliche Weiterbildung unter Einbezug der Praxis

15.00-15.50 Diskussion im Plenum und Formulierung eines Auftrags
an die Group de Réflexion

16.00 Ende der Tagung

Referentinnen und Referenten

BAFU

J.P. Clément, BAFU, Sektion Boden

Universitäre Hochschulen und Fachhochschulen

Christine Alewell; Vtg: Andreas Merz, Universität Basel, Institut für Umweltgeowissenschaften

Pascal Boivin, Haute école spécialisée de suisse occidentale, Ecole d'ingénieurs de Lullier

Markus Egli, Universität Zürich, Geographisches Institut

Peter Germann, Universität Bern, Geographisches Institut

Jean-Michel Gobat, Université de Neuchâtel

Rolf Krebs, Zürcher Fachhochschule, Hochschule Wädenswil

Ruben Kretzschmar, ETH Zürich, Institute of Biogeochemistry and Pollutants Dynamics

André Mermoud, EPF Lausanne, Institut d'aménagement des terres et des eaux IATE

Moritz Müller, Berner Fachhochschule, Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft

Bodenschutzfachstellen

Barbara Gfeller Laban, Kanton Fribourg

Wolfgang Sturny, Kanton Bern

Thomas Wegelin, Kanton Zürich

Privatwirtschaft

Thomas Gasche, Basel

Jri Presler, BABU GmbH, Zürich

Werner Rohr, Geotest AG, Bern

Matthias Stettler, Geotechnisches Institut AG, Bern

Jan Sutter, Sieber Cassina + Partner AG, Bern

Martin Zürcher, myx GmbH, Uster

Diskussionsleiter

Franz Borer, Fachstelle Bodenschutz Kt. Solothurn

Roland Bono, Fachstelle Bodenschutz Kt. Baselland

Rainer Schulin, ETH Zürich, Institut für terrestrische Ökosysteme

Abstracts der Vorträge

Bodenkundliche Lehre an der Universität Basel

Merz, Andreas, andreas.merz@stud.unibas.ch

Prof. Dr. Alewell, Christine, christine.alewell@unibas.ch

Seit der Neuorganisation der Geowissenschaften an der Universität Basel im Jahre 2002, welche einherging mit der Gründung des umweltgeowissenschaftlichen Instituts und der Besetzung der Professur für Umweltgeowissenschaften durch Prof. Dr. Christine Alewell, wurde die bodenkundliche Lehre massiv ausgebaut. Boden ist in den Umweltgeowissenschaften das zentrale Thema und Ausgangspunkt für Forschung und Lehre.

Die Lehre der Bodenkunde selbst wird direkt als Einführung in die Bodenkunde gelehrt. In anderen Veranstaltungen wird Boden als Haupt- bzw. Nebenthema aus verschiedensten Blickwinkeln diskutiert und vermittelt. Folgende Lehrveranstaltungen im Bereich der bodenkundlichen Lehre werden in den Geowissenschaften der Universität Basel angeboten.

Bodenkundliche Veranstaltungen an der Uni BS	DozentIn
Grundlagen der Bodenkunde inkl. Übungen	Alewell
Bodensanierung und Altlasten inkl. Übungen	Alewell
Seminar zu Bodensanierung	Alewell
Seminar zu aktuellen Umweltproblemen	Alewell / Huggenberger
Umweltgeowissenschaftliches Laborpraktikum	Conen
Kartierpraktikum“Ökologische Standortansprache“	Bänninger / Alewell
Bodenschutz	Bono
Bodenkunde und Bodengeographie	NN
Physiogeographische Arbeitsweisen	Leser
Physiogeographisches Geländepraktikum	Leser
Sustainability in Ecosystem Research	Alewell / Holm
Soils of the World: Sustainable use and Protection	Kuzyakov
Forschungskolloquium in Umweltgeowissenschaften	Alewell
Exkursionen	div.
...	

Tabelle 1: Bodenkundliche Lehre in den Geowissenschaften der Universität Basel (Stand 2006)

In der Veranstaltung über die Grundlagen der Bodenkunde liegt der Schwerpunkt in der Bodenchemie, Bodenbiologie und –physik werden gestreift. Dabei werden folgende Themen angesprochen.

Grundlagen der Bodenkunde

Allg. Einführung, Definitionen
Minerale, Gesteine, Verwitterung, Neubildung (Oxide, Tonminerale)
Körnung des Bodens, TRD, Porung, organische Substanz, Edaphon, Humusformen
Kationenaustausch, Anionenaustausch, Bodenazidität
Bodenwasser: Kapillarität, Potentiale, Darcy, nFK
Redoxreaktionen
Flockung und Peptisation, Gefügeformen
Bodengenese und Bodentypen (deutsch. Klassifik.)
Schweizerische Bodensystematik

Tabelle 2: Inhalt der Veranstaltung der Grundlagen der Bodenkunde, gelesen an der Universität Basel durch Prof. Dr. Christine Alewell, Institut für Umweltgeowissenschaften

Weitere Informationen finden Sie unter <http://pages.unibas.ch/environment/>

Bodenkunde am Geographischen Institut der Universität Zürich

*Markus Egli, Geographisches Institut, Universität Zürich, Winterthurerstrasse 190, 8057 Zürich,
megli@geo.unizh.ch*

Das Studienfach Geographie ist an der Universität der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät MNF zugeteilt. Die Ausbildungsschwerpunkte des Geographischen Institutes der Uni Zürich liegen derzeit in der: Physischen Geographie, Humangeographie, Wirtschaftsgeographie, Fernerkundung, Geographische Informationsanalyse, Geographische Informationssysteme und Soziale und industrielle Ökologie. Das Angebot ist demzufolge sehr gross und breit gefächert. Bodenkunde ist (zur Zeit noch) Bestandteil der Physischen Geographie. Gründer der Bodenkunde am Geographischen Institut bzw. an der Uni Zürich war Peter Fitze. Von 1980 bis 2005 hat er die bodenkundliche Ausbildung für Diplom GeographInnen massgebend geprägt. Hinsichtlich der Forschung und Lehre war die Bodenkunde sehr eng mit der Standortkunde und Geomorphologie verknüpft. Der Aufbau der Lehre, dessen generelle Grundzüge auch heute noch Gültigkeit haben, bestand im Wesentlichen in einer einführenden Vorlesung und boden- und vegetationskundlichen Exkursionen im Grundstudium. Im Fachstudium wurden eine vertiefende Vorlesung, ein Laborpraktikum und ein Geländepraktikum angeboten. Michael Schmidt wurde 2002 für das Fach Bodenkunde an das Geographische Institut berufen. Kurz darauf wurde zudem der Geographie-Diplomstudiengang durch das Bologna-System abgelöst.

Die neuen Studiengänge führen in einem ersten Schritt zum Bachelor- und in einem zweiten zum Master-Abschluss. Im Bachelor-Studium (Dauer 3 Jahre) wird Grundlagenwissen und die Fähigkeit zu methodisch-wissenschaftlichem Denken vermittelt. Geologie und Mathematik gehören, wie früher, zu den Pflichtfächern. Im anschliessenden Master-Studium (Dauer 1.5 Jahre) können Vertiefungsrichtungen gewählt werden und die Fähigkeit zum selbstständigen wissenschaftlichen Arbeiten wird gefördert. Die Neuberufung sowie der Wechsel zum neuen Studiensystem führten zu entsprechenden Veränderungen in der Lehre wie auch in der Forschung. Das Bachelorstudium hat in Bezug auf die bodenkundliche Ausbildung grosse Ähnlichkeiten mit dem früheren Grundstudium. Hinzu kam eine zusätzliche Vorlesung (Angewandte Bodenkunde). Bodenkunde wird im Masterstudium in Vertiefungsblöcken, also modular, unterrichtet. Im Modul „Bodenkundliches Praktikum“ wird ein Labor- und ein Kartierpraktikum angeboten. Dieses Modul ist jedoch mit Zulassungseinschränkungen versehen (Chemiepraktikum). Ein grösserer Teil der Studierenden belegt jeweils das Modul „Umwelt, Boden, Vegetation“ bestehend aus einem Seminar und Exkursionen. Dieses Modul hat, im Gegensatz zu den anderen, eine spezifisch problem- und anwendungsorientierte Ausrichtung. Ein weiterer Vertiefungsblock „Boden-, Biogeochemie“ besteht aus einem Vertiefungsseminar und einem Praktikum zu stabilen Isotopen in der Ökologie. Die bodenkundliche Forschung fokussiert mittlerweile verstärkt auf biogeochemische Kreisläufe (speziell Kohlenstoff).

Die Studierendenzahl für das Fach Geographie bewegt sich nach wie vor auf einem erfreulich hohen Niveau. Auch das Interesse an Bodenkunde ist in letzter Zeit gestiegen. Mit dem neuen Modus Bachelor – Master wurden nun erste Erfahrungen gemacht. Gewisse Revisionen im Zusammenhang mit der Ausbildung sind teilweise aber absehbar.

La formation en pédologie à l'Université de Neuchâtel

Gobat Jean-Michel, jean-michel.gobat@unine.ch

On pourrait qualifier la pédologie enseignée à l'Université de Neuchâtel de **pédologie naturaliste et fonctionnelle**. Elle considère toujours le sol dans son écosystème, intégrant ainsi tant les aspects descriptifs généraux que les mécanismes fondamentaux du fonctionnement du sol. Deux grandes **priorités** sont mises en évidence: (i) **la relation entre la roche, le sol et la végétation**, avec les microorganismes comme intermédiaires, et (ii) **la biologie du sol**, incluant les formes d'humus, la matière organique et la pédofaune.

La pédologie est enseignée au bachelor de biologie et au master de biogéosciences.

En **bachelor**, tous les biologistes de Neuchâtel sont formés à la pédologie, par 52 heures de cours (pédologie générale et appliquée, nutrition des plantes) et 9 journées de terrain (sols de la Suisse, relations sol-végétation, protection des sols). Cela concerne chaque année entre 50 et 60 étudiants.

Le **master de biogéosciences**, quant à lui, est une formation totalement originale, puisque seuls deux universités européennes fournissent actuellement un tel enseignement (cf. www.biogeosciences.org). La formation est constituée de **l'intégration de quatre branches**: géodynamique externe de la biosphère, pédologie et biologie du sol, étude de la végétation, microbiologie (bactériologie et mycologie).

Les **points forts** de la formation en biogéosciences sont les suivants:

- Une entrée à partir d'un bachelor de biologie ou de géologie (ou jugé équivalent)
- Un très bon équilibre entre les cours (244 h), le terrain (200 h), le laboratoire (200 h) et les exercices (150 h)
- L'importance donnée à l'acquisition de méthodes de travail (18 ECTS)
- Un enseignement par grands thèmes intégrés (22 ECTS): géobiosphère et grands cycles, organismes et épiderme terrestre, matière organique du sol
- La possibilité d'une spécialisation (8 ECTS) en géodynamique de la biosphère, géomicrobiologie, végétation et écosystème
- La participation au cours du Campus virtuel *Do It Your Soil*
- Une thèse pratique de master d'une année.

Le **total possible de formation en pédologie** à l'Université de Neuchâtel atteint ainsi à peu près **780 heures**, soit environ **56 ECTS** (presque une année entière de formation). Le maintien de la pédologie et de la microbiologie du sol n'est actuellement pas menacé à Neuchâtel. Ces deux branches font partie des domaines prioritaires de la Faculté des sciences, avec l'ensemble de la biologie.

Bodenkundliche Ausbildung an der Hochschule Wädenswil

1. R. Krebs, Hochschule Wädenswil, Grüental, 8820 Wädenswil, r.krebs@hsw.ch

Die Hochschule Wädenswil ist Teil der Fachhochschule Zürich und bietet seit 2003 den Studiengang Umweltingenieurwesen an, der sich aus dem früheren Studiengang Hortikultur entwickelt hat. Jährlich treten 70 bis 100 Studierende in diesen Studiengang ein. Innerhalb des sechssemestrigen Studiums kann zwischen vier Vertiefungsrichtungen ausgewählt werden: Environmental Education, Hortikultur, Naturmanagement und Pflanzenverwendung. Bis 2007 erhalten die AbsolventInnen den Titel Dipl. Ing. FH (bis 2007) in Umweltingenieurwesen. Seit 2005 entspricht das Studium der Bachelor-Reform und wird 2008 erstmals als Bachelor of Science ZFH in Umweltingenieurwesen abgeschlossen.

Alle Studierenden des Umweltingenieurwesens besuchen im Grundstudium das einführende Modul „Bodenkunde und Geologie“ (1. Semester 4 ECTS; 2. Semester 3 ECTS). Im 5. Semester wird ausserdem in der Vertiefung Naturmanagement das Wahlmodul „Bodenökologie“ (8 ECTS) angeboten, bei dem Bodenschutz-Themen im Vordergrund stehen. Auf das Wintersemester 2008 ist ein konsekutiver Master-Studiengang geplant, welcher weitere Bodenschutzthemen beinhalten soll. Mit der bisherigen Ausbildung soll ein Verständnis für Prozesse im Boden und die Grundlage für eine vertiefte Auseinandersetzung mit praktischen Bodenschutzfragen geschaffen werden.

Neben dem beschriebenen Studiengang besteht an der Fachabteilung „Umwelt und Natürliche Ressourcen“ ein Weiterbildungsangebot mit Nachdiplomkursen, Lehrgängen, ein- und mehrtägigen Kursen sowie verschiedenen Fachtagungen. Es besteht die Möglichkeit, auch im Weiterbildungsbereich Angebote für die Bereiche Bodenkunde und Bodenschutz zu entwickeln.

Bodenkundliche Ausbildung an der ETH Zurich: Ziele und Angebote auf Bachelor und Masterstufe

Ruben Kretzschmar, Institut für Biogeochemie und Schadstoffdynamik, ETH Zürich, CHN, 8092 Zürich, kretzschmar@env.ethz.ch

Im Zuge der Bologna-Reform wurden die Studiengänge an der ETH Zürich in den letzten Jahren neu konzipiert und zum Teil stark verändert. Dazu kamen strukturelle Veränderungen, wie zum Beispiel die Fusion der beiden Departemente Forstwissenschaften (D-FOWI) und Umweltnaturwissenschaften (D-UMNW) zum heutigen Departement Umweltwissenschaften (D-UWIS), der Umzug des D-UWIS in ein renoviertes Gebäude im ETH Zentrum, sowie die Reorganisation des D-UWIS, welche zur Gründung von vier neuen Instituten geführt hat. Für den bodenkundlichen Bereich war besonders die Auflösung des ehemaligen Institutes für Terrestrische Ökologie (ITÖ) und die Gründung von zwei neuen Instituten relevant, dem Institut für Terrestrische Ökosysteme (ITES) und dem Institut für Biogeochemie und Schadstoffdynamik (IBP).

Ziel dieses Referates ist es, einen Überblick über Ziele und Angebote der Lehre im bodenkundlichen Bereich auf Bachelor und Masterstufe an der ETH Zürich zu geben. Wir verfolgen in der Lehre im bodenkundlichen Bereich zwei generelle Ziele: (1) allgemeine bodenkundliche Grundkenntnisse einer grossen Anzahl von Studierenden aus verschiedenen Fachrichtungen vermitteln, und (2) ein gutes Lehrangebot für eine weitere Spezialisierung im bodenkundlichen Bereich anzubieten.

Die Grundvorlesung *Pedosphäre* ist für alle Studierenden der Bachelorstudiengänge Umweltnaturwissenschaften, Agrarwissenschaften, Erdwissenschaften, sowie einen Teil des Studienganges Biologie im dritten Semester obligatorisch. Für Studierende der Umweltingenieurwissenschaften ist diese Lehrveranstaltung Teil des Wahlmoduls „Bodenschutz“. Insgesamt vermitteln wir somit an ca. 230 Studierende pro Jahr bodenkundliche Grundkenntnisse, die sie je nach Studiengang und eigenen Interesse weiter ausbauen können.

Die weitere bodenkundliche Ausbildung im Bachelor Umweltnaturwissenschaften mit Vertiefung *Terrestrische Systeme* umfasst ein bodenkundliches Feldpraktikum (4. Sem), vertiefende Spezialvorlesungen in *Bodenphysik*, *Bodenchemie*, *Bodenbiologie*, und *Landnutzung und Bodenschutz* (5./6. Sem), ein *Seminar* (5. Sem), sowie ein methodisch ausgerichtetes *Systempraktikum* (6. Sem). Zusätzlich können die Studierenden eine Reihe von Wahlfächern mit bodenkundlichem Bezug belegen.

Im Masterstudiengang Environmental Sciences wählen die Studierenden eine von fünf möglichen Vertiefungen (Majors), wie zum Beispiel *Biogeochemistry and Pollutant Dynamics* oder *Forest and Landscape Management*. Bodenkundliche Kenntnisse können im Rahmen eines Nebenfaches (Minor) in *Soil Sciences* weiter vertieft werden. Als obligatorischen Kurs bieten wir ein einwöchiges Feldpraktikum *Angewandte Bodenkunde* an (unter der Leitung von Jiri Presler, BABU), in dem es um die Ausarbeitung und die Interpretation von bodenkundlichen Karten geht. Zusätzlich steht den Studierenden ein Angebot von ausgewählten Kursen zur Verfügung, darunter auch Kurse an der Uni Zürich, dem ETH Departement Agrarwissenschaften, und an der WSL in Birmensdorf.

Auch im Studiengang Umweltingenieurwissenschaften werden bodenkundlich ausgerichtete Vertiefungen im Masterstudium angeboten. Insgesamt wurde die bodenkundliche Ausbildung an der ETH Zürich im Zuge der Bologna-Reform weiter ausgebaut, insbesondere im Studiengang Umweltnaturwissenschaften. Obwohl es an der ETH Zürich keinen eigenen Bachelor- oder Masterstudiengang in Bodenwissenschaften gibt, bestehen gute Möglichkeiten für eine solide Ausbildung in diesem Bereich, die hoffentlich bei den Studierenden auch in Zukunft auf Interesse stossen werden.

Web-Links: <http://www.env.ethz.ch/education/index>
<http://www.ibp.ethz.ch/education/index>
http://www.ibp.ethz.ch/research/soilchemistry/Soil_Science_Links

Attentes des services cantonaux en matière de formation en pédologie

Barbara Gfeller Laban, Service de l'environnement, Section EIE, sols et sécurité biologique, Route de la Fonderie 2, 1700 Fribourg, GfellerB@fr.ch

Des connaissances en pédologie sont nécessaires de façon différenciée en fonction des tâches de l'administration cantonale en matière de protection des sols.

Les tâches du canton s'articulent autour de :

- l'observation, la surveillance des sols
- l'évaluation des atteintes et la prise de mesures le cas échéant
- la prévention et l'information.

L'observation et la surveillance des sols exigent des compétences approfondies en pédologie, pour la récolte des données, leur gestion et leur interprétation. Ces données posent les bases de la protection des sols du canton et leur qualité doit être garantie, car elles conditionnent les autres activités.

Concernant le deuxième point, les bases légales en vigueur déterminent dans la plupart des cas les mesures à prendre, c'est pourquoi une connaissance étendue du droit, notamment du droit de l'environnement, est ici aussi importante que les compétences en pédologie.

Dans la troisième catégorie, il s'agit de transmettre, essentiellement à des corps professionnels (par ex. agriculture, foresterie), des connaissances de base sur les sols orientées sur la pratique de ces professions et de sensibiliser ce public à la valeur des sols. Au même niveau, les écoles professionnelles (HES, par ex. génie civil) ont un rôle important à jouer pour sensibiliser les futurs professionnels à la protection des sols.

On place aussi dans la prévention l'examen des dossiers par les services compétents et le suivi des réalisations. L'examen des dossiers nécessite des connaissances en pédologie (physique, chimie). Les suivis de réalisation font l'objet de mandats à des bureaux privés, notamment pour la surveillance des grands chantiers. Le canton doit pouvoir compter sur la compétence de ces partenaires dans les tâches de conseil, de surveillance et de communication avec les gens du terrain et avec les instances d'autorisation.

Le canton de Fribourg n'a pas de service de protection des sols en tant que tel, mais un groupe de coordination pour la protection des sols qui réunit des représentants des différentes instances qui ont des tâches dans ce domaine. L'Ordonnance cantonale du 20 août 2002 sur la protection des sols fixe la répartition des tâches découlant de l'OSol entre les services de l'agriculture, de l'environnement, des forêts et de la faune, de l'aménagement et des constructions, et l'Institut agricole de Grangeneuve. Cet éclatement des compétences demande à la base une « vision » commune des objectifs en matière de protection des sols et de la valeur des sols, mais ensuite, les exigences en matière de savoir pédologique se différencient selon la nature des tâches de chaque service.

Finalement, la coordination entre les différents partenaires en matière de protection des sols et les différents domaines impliqués, ainsi que la pesée des intérêts et les connaissances plus générales concernant les cheminements des substances dans l'environnement sont autant de compétences nécessaires à l'accomplissement des tâches du canton en matière de protection des sols.

Anforderungen an die Bodenkunde aus Sicht der Bodenschutzfachstelle des Kantons Bern

*Wolfgang G. Sturny, Bodenschutzfachstelle des Kantons Bern, Rütli, CH-3052 Zollikofen;
wolfgang.sturny@vol.be.ch*

Das regierungsrätliche Konzept zum Bodenschutz im Kanton Bern vom Februar 1989 entsprach einem politischen Auftrag, USG und heutige VBBo umzusetzen. Er mündete in der Gründung der Bodenschutzfachstelle (BSF) und der Verabschiedung der Bodenschutzverordnung (1990).

Die langfristige Strategie des Bodenschutzkonzeptes zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit basiert auf der Abfolge:

- Belastungen erkennen,
- Belastungen messen und beurteilen (KABO),
- Handlungsstrategien entwickeln und
- Massnahmen umsetzen.

Aufgrund der ersten Erfahrungen der BSF, dass im Gebiet des Kantons Bern physikalische (mechanische) Bodenbelastungen flächenmässig relevanter sind als stoffliche Belastungen, wurden die Schwerpunkte der Tätigkeiten entsprechend gelegt. Im Sinne der Vorsorge sollten somit bisher kaum bestehende Grundlagen bereitgestellt werden.

Die bodenrelevanten Tätigkeiten reichen von der Sachbearbeitung von UVPs, Baubewilligungsverfahren und Rekultivierungen über die Bodenbeobachtung (KABO) und das Umweltmonitoring bis hin zur Umsetzung bodenschonender Anbausysteme mittels Anreizstrategie zur Verminderung von Verdichtungs- und Erosionsschäden sowie Nitratauswaschung.

Im Hinblick auf das Erreichen der Zielsetzungen in Büro, Feld und Labor sind für die rund 500 Stellenprozent gezielte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter unterschiedlichen Hintergrunds verpflichtet worden: der praktizierende oder gelernte Landwirt und heutige Agronom FH bzw. ETH, der gelernte Elektromechaniker und heutige Geograf, die promovierte Biologin, die Agronomin sowie Agronomen – mit oder ohne Promotion.

Die Kombination von praktischen und akademischen Bildungsgängen erweist sich in unserer Bodenschutzfachstelle als ideal. Nebst der individuellen Grund-Ausbildung einschliesslich Bodenkennnissen ist erst bei der Arbeit durch "learning by doing", gezielte Weiterbildung (z. B. universitäres GIS-Fernstudium mit temporärem Arbeitsplatzwechsel) sowie langjährige Erfahrung das massgeschneiderte Wissen für den jeweiligen Fachbereich „zusammengetragen“ worden. Der Vollzug der Gesetze und Verordnungen und daraus resultierende Richtlinien im baulichen, land- und forstwirtschaftlichen Bodenschutz ist mit dem Redigieren von Fachberichten notfalls Verfügungen nicht getan – im Gegenteil: die Erfolg versprechende praktische Umsetzung an der Front bedingt Verhandlungsgeschick und das Beherrschen der Sprache der Akteure (Baufachleute, Landwirte, ...). Ferner sei auf die zunehmend komplizierten Abläufe bei den administrativen Verwaltungsarbeiten hingewiesen, die periodisch eine angepasste Ausbildung vornehmlich im EDV-Bereich erfordern.

Defizite sind bei den heutigen Studienabgängerinnen und Studienabgängern hauptsächlich in praktischer Hinsicht auszumachen. Ihnen fehlen gezielte Praktika – das Handgreifliche – in der Ausbildung, die Sprache „von Bauern für Bauern“. Dies ist auch ein Grund, weshalb wir regelmässig Studierende von Fach- oder Hochschulen (Uni, ETH) an unserer Bodenschutzfachstelle betreuen, damit sie ihr Praktikum absolvieren können.

Neue Herausforderungen, etwa die Bodenrelevanz bei aktuellen Themen wie Erosionsvollzug oder Energieproduktion aus Biomasse sind wohl eher mit fachspezifischer Weiterbildung als mit entsprechenden Lehrmitteln – falls diese überhaupt existieren – abzudecken.

Schliesslich seien die Bodenbeurteilung und Bodenkartierung im Feld erwähnt, Themenbereiche, welche in der Ausbildung nahezu inexistent sind...

Bodenkundlerinnen und ihre Bildungshorizonte

*Jiri Presler, BABU GmbH Büro für Altlasten, Boden und Umwelt, Rautistrasse 13, 8047 Zürich
j.presler@babu.ch*

(Für diesen Beitrag wurde die weibliche Form gewählt. Die Ausführungen gelten jedoch sinngemäss für beide Geschlechter.)

Die Anforderungen an die bodenkundliche Ausbildung ergeben sich aus den häufig zu bearbeitenden Aufgaben an einer bestimmten Arbeitsstelle. In diesem Beitrag wird versucht die typischen Aufgaben, die eine Bodenkundlerin in einem mittleren Ingenieurbüro lösen soll, aufzuzeigen. Ausgehend von diesen "typischen" Aufgaben werden einerseits die Anforderungen an die Ausbildung formuliert und andererseits die nicht minder wichtigen Anforderungen an die Persönlichkeit einer Bodenkundlerin kurz diskutiert.

In erster Linie muss die Bodenkundlerin grundsätzlich geeignet sein in einem Ingenieurbüro arbeiten zu können. D.h. sie muss sich in ein bestehendes Team einordnen, Freude an Kundenkontakt haben, ihre Anliegen vertreten und nicht zuletzt auch in der Lage sein die ihr anvertrauten Arbeiten in dem verfügbaren Kosten- und Zeitrahmen fertig zu stellen. Erst wenn dies gewährleistet ist, stellt sich die Frage nach den konkreten fachlichen Qualifikationen. Dabei ist zu beachten, dass nur ein Teil der fachlichen Qualifikation im Rahmen einer schulischen Ausbildung erlernt werden kann. So wie anderen Erdwissenschaften baut auch die angewandte Bodenkunde auf praktischen Erfahrungen - diese können jedoch erst im Rahmen der beruflichen Tätigkeit nach und nach erworben werden.

In letzter Zeit öffnet sich in der Schweiz zunehmend eine Lücke zwischen der bodenkundlichen Forschung und Ausbildung auf der einen Seite und der angewandter Bodenkunde auf der anderen Seite. Ein bidirektionaler Wissenstransfer zwischen der Grundlagenforschung und der angewandten (Ingenieur-)Bodenkunde sollte gefördert werden.

Anforderungen an die bodenkundliche Ausbildung aus Sicht privater Büros und Unternehmen

Werner Rohr, GEOTEST, Birkenstrasse 15, 3052 Zollikofen, werner.rohr@geotest.ch

Die Präsentation widerspiegelt die Erfahrung eines Praktikers, welcher in Bern Geographie studiert hat und aktuell in einem privaten Geologen- und Umweltbüro tätig ist.

Die gestellte Frage wird unter dem Begriff „Upscaling“ angegangen, welcher – geografisch betrachtet – eine Massstabsverkleinerung vom Modell zur Wirklichkeit beschreibt.

Ein erfolgreiches „Upscaling“ geschieht in der Ausbildung durch drei Anforderungsbereiche: nennen wir sie die theoretische Bodenkunde, die anwendungsorientierte Bodenkunde und die berufsorientierte Bodenkunde.

Die theoretische Bodenkunde liefert das solide bodenkundliche Rüstzeug, ohne dieses später keine selbständigen Entscheide gefällt werden können.

Die anwendungsorientierte Bodenkunde umfasst einerseits das Wissen, den Boden im Feld anzusprechen und Bodendaten auf die jeweilige Fragestellung hin interpretieren zu können und andererseits das bodenbezogene Grundlagenwissen aus Nachbardisziplinen wie z.B. der Landwirtschaft, der Hydrogeologie oder der Geotechnik. Dieses theoretische Wissen benachbarter Disziplinen ist unerlässlich für das Verständnis praktischer Probleme, bei denen der Boden als Teil der Lösung agiert. Probleme werden dann nicht nur auf der technischen Ebene gelöst werden können, sondern auch auf der kommunikativen Ebene durch Erläuterung und Überzeugung.

Die berufsorientierte Bodenkunde stellt für den Auszubildenden spezifisch praktisches Wissen aus ausgewählten Berufszweigen zur Verfügung. Dieses Wissen ist praktisch in dem Sinn, dass es sich um Wissen über Organisation, Zuständigkeiten, Verantwortlichkeiten, Abläufen und Rechtsgrundlagen handelt, welches in der jeweiligen konkreten Berufssituation zur Anwendung kommt.

Die Hauptberufsfelder umfassen die öffentliche Verwaltung und die private Beratung. Das praktische Wissen, welches in der berufsorientierten Bodenkunde zur Verfügung gestellt wird, kann in beiden Hauptberufsfeldern eingesetzt werden. Eine effiziente bodenkundliche Arbeit setzt kompetente Fachkräfte sowohl aus dem gesetzlichen Vollzug als auch aus der privatwirtschaftlichen Umsetzung voraus.

Eine bodenkundliche Ausbildung bereitet seine Studierenden dann fundiert auf den beruflichen Alltag vor, wenn solides bodenkundliches Grundwissen und anwendungsorientiertes Wissen aus den oben erwähnten Nachbardisziplinen mit ergänzendem, praxisorientiertem Know How vermittelt wird. Diese fachliche Kompetenz befähigt nach kurzer Einarbeitungszeit zur Umsetzung des angeeigneten Wissens im Dienste des Bodens.

Wünsche und Visionen für die zukünftige Entwicklung der bodenkundlichen Ausbildung

Matthias Stettler, Geotechnisches Institut AG, Gartenstr. 13, 3001 Bern und
Schweiz. Hochschule für Landwirtschaft, Länggasse 85, 3052 Zollikofen, matthias.stettler@gmx.ch

Wünsche aus der Sicht eines Bodenkundlichen Baubegleiters:

Die Tätigkeit als BBB erfordert viel Flexibilität und Know-how in angrenzenden Wissensgebieten. Beim physikalischen Bodenschutz begegnet man häufig Problemen im Bereich Entwässerung oder Hangstabilisierung. Hier habe ich mir schon oft einen besseren wissenschaftlichen Background gewünscht. Hier könnte eine Ausbildung mit Schwerpunkten wie Bodenwasserdynamik, Drainagebau oder Elementen aus der Hydrogeologie und Baugrundtechnik mehr Sicherheit für Praxisempfehlungen bringen.

Bei Kontakten mit Ökologen und Biologen wird einem bewusst, wie wichtig eine Abstimmung zwischen Standortansprüchen und Bodenaufbau für die Schaffung neuer Biotope ist (bei Rekultivierungen). Hier wäre mehr interdisziplinäre Zusammenarbeit schon während der Ausbildung wertvoll.

Unbefriedigend empfinde ich nach wie vor die Auslegung der Terramechanik von Fahrzeugüberfahrten. Hier wünschte ich mir vertiefere Kenntnisse über Druckausbreitung im Boden und Bodendeformation.

Wirtschaftlich gesehen hat der chemische Bodenschutz sicherlich ein grösseres Gewicht als der physikalische Bodenschutz. Hier drängt sich eine engere Zusammenarbeit mit Umweltchemikern auf.

Wünsche aus der Sicht eines Agronomen und landw. Beraters:

Die Sensibilisierung der Landwirte für einen nachhaltigen Umgang mit Boden ist nach wie vor zu verstärken. Ich erlebe immer wieder Begegnungen, wo mir klar wird, wie wenig Verständnis für den sorgfältigen Umgang mit Boden vorhanden ist. Die Diskussion über konservierende Bodenbearbeitungssysteme sollte deshalb intensiv weitergeführt werden. Leuchtendes positives Beispiel: Das Projekt „Von Bauern für Bauern“ von Patricia Fry.

Auch in der landwirtschaftlichen Bodenkunde müssen griffigere Konzepte zur Terramechanik und zur Abschätzung des Verdichtungsrisikos erarbeitet und weitervermittelt werden.

Die Wichtigkeit der Beziehung Pflanze – Boden, ihrer vielfältigen Wechselwirkungen und die Vorteile einer möglichst ununterbrochenen Vegetationsdecke sind vermehrt in den Vordergrund zu rücken.

Visionen für Boden und Pedologie als zentrale Faktoren einer nachhaltigen Nahrungsmittel- und Energieproduktion:

Meines Erachtens muss der Boden als Schnittstelle zwischen Atmo-, Litho-, Hydro- und Anthroposphäre vermehrt als Schlüsselfaktor von Nährstoff- und Energiekreisläufen und Klimaentwicklungen dargestellt werden. Die Thematik Boden und CO₂ ist aktiv zu erforschen und zu kommunizieren. Neue ökologische Düngungsmethoden sind gefragt (z. Bsp. System Kinsey?) und nachhaltige Anbausysteme, die auch in semiariden Zonen wirtschaftliche Erträge ermöglichen.

Ansprüche an die bodenkundliche Ausbildung aus Sicht eines mittelgrossen Ingenieurbüros

Jan Sutter, dipl. Umwelt-Ing. ETH, BBB BGS, SC+P Sieber Cassina + Partner AG Ingenieure Geologen Planer Bern Olten Zürich, Fliederweg 10, 3007 Bern, sutter@scpag.ch, www.scpag.ch

Die fachlichen Schwerpunkte von SC+P liegen in den Bereichen Geologie / Hydrogeologie, Abfallbewirtschaftung, Deponie- und Abbauplanung, Geotechnik / Grundbau, Bodenschutz, Altlasten sowie Umweltplanung (UVP, Stoffflüsse). SC+P beschäftigt rund 20 MitarbeiterInnen; mehrheitlich Geologen (13) sowie Umweltingenieure (3), Bauingenieure (3) und eine Geografin. Die Arbeiten von SC+P im Bereich Boden umfassen hauptsächlich Fachberichte im Rahmen von Umweltverträglichkeitsprüfungen, bodenkundliche Baubegleitungen, Bodenschutzkonzepte für Abbau- und Deponieprojekte, Beurteilung von chemischen Bodenbelastungen sowie Ausbildung und Beratung von Baufirmen in Fragen des Bodenschutzes.

Um die Ansprüche an die bodenkundliche Ausbildung aus unserer Sicht zu konkretisieren, haben wir einige für unsere Firmenstruktur typische Aufträge im Bereich Boden analysiert und versucht, wesentliche Aspekte aus diesen Arbeiten abzuleiten. Als wichtigste Punkte können zusammenfassend genannt werden:

- Die laufende Verifizierung und Ergänzung der methodischen und technischen Hilfsmittel und Instrumente welche die Grundlagen für den Vollzug des Bodenschutzes darstellen sollte auf Stufe Universitäten (Uni) / Fachhochschulen (FH) und Forschungsanstalten (FA) sichergestellt werden.
- Die Vermittlung der rechtlichen Grundlagen mit hohem Praxisbezug, insbesondere die Differenzierung, welche Gesetze für welche Fragestellungen massgebend sind, hat auf Stufe Uni / FH zu erfolgen (Gesamtübersicht über die rechtlichen Grundlagen sowie Branchenvereinbarungen, Wegleitungen etc. im Bereich Boden in Kombination mit den ‚benachbarten‘ Fachbereichen Altlasten- und Abfallrecht, u.a. VBBö, AltIV, TVA, WbA, AHR).
- Vermittlung der UVP-Methodik und der aktuellen Vollzugspraxis anhand von Praxisbeispielen (Uni / FH)
- Vermittlung der methodischen und praktischen Grundlagen für die Bodenansprache sowie für die Erfassung von physikalischen und chemischen Belastungen auf Stufe Uni / FH. Neben der Erhebung der Bodenmorphologie sollten ebenfalls die praxisorientierte Durchführung von Belastungshypothesen und die Entwicklung von Probenahmekonzepten (chem. Bodenbelastungen) abgedeckt werden.
- Projektoptimierungen und Beratungen der Ingenieure stellen zentrale Bodenschutzmassnahmen dar. Die Vermittlung bautechnischer Grundlagen (Bautechnik, Baustellenlogistik, technische und wirtschaftliche Rahmenbedingungen etc.) könnte auf Stufe Uni/FH erfolgen und den Einstieg in Beratungssituationen erleichtern wo es darum geht, die Anforderungen des Bodenschutzes praxisgerecht umsetzbar zu machen.
- Vermittlung von Bodenschutztechniken, Bodenmanagement, Grundlagen zum Maschineneinsatz, landwirtschaftliche Grundkenntnisse mit nahem Praxisbezug; Vermittlung von Grundwissen zu den Pflichten und Rechte der BBB resp. eines Ingenieurs im Allgemeinen etc. (Uni/FH).
- Vermittlung der Grundsätze des Stoffrecyclings, Umgang mit belasteten Boden- und Aushubmaterialien, Wiederverwertung von Bodenmaterial, Erstellung von Materialbewirtschaftungskonzepten (Uni/FH). Die bodenkundliche Fachperson kann im Rahmen einer Umweltbaubegleitung durchaus auch verantwortlich zeichnen für die Materialbewirtschaftungsaufgaben. Voraussetzung dafür ist das fachliche Know-how in den benachbarten Bereichen Altlasten-, Abfall- und Materialbewirtschaftung.

Abstracts der Poster

Visualisation et simulation du flux préférentiel

Abdallah Alaoui, *alaoui@giub.unibe.ch*

Bernt Goetz, *b_goetz@bluewin.ch*

Peter Germann, *germann@giub.unibe.ch*

Section des sols, Institut de géographie, Université de Berne

Les essais de traçage au Bleu Brilliant permettent l'illustration de l'écoulement dans le sol. Pour mettre en évidence les processus hydrodynamiques de l'écoulement, la modélisation reste l'outil incontournable pour quantifier et comparer les flux dans différents types de sol.

Dans la présente étude, l'investigation du flux a été appréhendée par un essai de traçage et par la modélisation. L'interaction entre matrice et macropores (échange latéral) joue un rôle décisif dans la quantification du flux préférentiel. Moins elle est importante plus le flux dans la macroporosité domine. Deux sols ont été comparés: un sol d'une prairie et un sol cultivé (orge), distant d'environ trois mètres.

Les résultats obtenus par modélisation et confirmés par l'essai de traçage ont montré que le flux préférentiel domine dans le processus de transport dans les deux sols. Concernant l'analyse du volume des pores, seule la classe de diamètre supérieure à 50 μm a montré une différence significative. En effet, ces pores sont plus fréquents dans le sol à orge que dans la prairie. Les mesures de porosité confirment le relâchement du sol de surface dû au labour. L'analyse de la densité du traceur montre la répartition des macropores et leurs interaction avec la matrice le long du profil vertical.

Jura Mountains : Discovery of A Unique Soil (?)

Arnet Aurélie, Université de Neuchâtel, aurelie.arnet@unie.ch

Martignier Loraine, Université de Neuchâtel, loraine.martignier@unie.ch

Scherrer Luc, Université de Neuchâtel, luc.scherrer@unie.ch

On the crests of the Swiss Jura Mountains, between Bienne and Neuchâtel, at the middle of the wooded pasture stands an atypical forest... and underneath lies 80 cm of unsuspected white stones: cherts in a calcareous landscape! Such a place deserves an interdisciplinary study to better understand the dynamics of this particular biogeosystem. So this study was conducted as part of three master thesis in Biogeosciences, at the University of Neuchâtel.

The site is named Chasseral. The altitude is between 1300 and 1400 meters height. The forest is basically composed of acidophilic species: *Picea abies*, *Luzula luzilina*, *Vaccinium myrtillus*, *Dryopteris dilatata*, *Carex pilulifera*, *Polytrichum formosum*, *Sphagnum quinquefarium*, ... It belongs to the phytosociological alliance *Vaccinio-Piceion* but the specific ecological conditions do not allow us to determine a precise association. In this forest, a profile of soil is studied from top to bottom.

The humus type that is presently developing belongs to the mormoder forms (Green & al., 1993). Right under, there are cherts, which have been fragmented by frost. They form a "scree deposit". Their origin is the sedimentation of sea urchin's spines in parallel with the carbonates of the "dalle nacrée". This bedrock is part of the Callovian stage of the Jurassic. It is a hard limestone made of echinoderm fragments and rich in iron oxydes.

The present-day pedogenesis occurs in acid and filtrated conditions, related to the cherts. The climatic conditions, the acidogenous litter as well as the presence of iron and aluminium favour eluviation and probably chelation, too. So the podzolisation is possible. Underlying the cherts, there is an old CAMBISOL-LUVISOL soil type without any remaining surfacial horizons. It developed on a loess deposit before chert arrival.

The observations allow to say that it is an installation of a unique polycyclic soil: in the calcareous Jura Mountains environment, a double path acidic pedogenesis occurred during the Postglacial. Three processes were involved : (i) leaching, which led to a CAMBISOL-LUVISOL formed on loess during the warm Bölling-Allerød period (15'000 BP), (ii) an erosive and lateral deposition of cherts due to periglacial processes during the "Young Dryas" (13'000 BP), (iii) followed by podolization under acidic vegetation. Analyses in progress in phytosociology, humus characterization, pedogenesis and exogenic geodynamics will help to decipher the complex story of this unique soil.

Etude de la matière organique des sols et des communautés microbiennes et pédofaunistiques d'un permafrost marginal au Creux du Van (NE).

1. **Saskia Bindschedler**, Laboratoire de Microbiologie & Laboratoire Sol et Végétation, saskia.bindschedler@unine.ch, ; **Charlène Heiniger**, Laboratoire Sol et Végétation, charlene.heiniger@unine.ch

2. **Le Bayon Claire**, Laboratoire Sol et Végétation, claire.lebayon@unine.ch

3. **Aragno Michel**, Laboratoire de Microbiologie, michel.aragno@unine.ch

4. **Gobat Jean-Michel**, Laboratoire Sol et Végétation, jean-michel.gobat@unine.ch

5. **Job Daniel**, Laboratoire de Microbiologie, daniel.job@unine.ch

Adresse : Université de Neuchâtel, Institut de Biologie, Emile-Argand 11, BP 158, 2009 Neuchâtel

Les éboulis froids sont des systèmes permettant la mise en place et le maintien d'écosystèmes de types pergélisol en dehors des zones où ils sont habituellement rencontrés. Dans le cadre des changements climatiques, il est intéressant d'étudier ces écosystèmes qui se situent en dehors de leur zone de stabilité. Il est effectivement probable que, suite à une variation des conditions climatiques, ceux-ci prendraient assez rapidement une autre voie d'évolution de par leur isolement écologique. Ces systèmes particuliers sont décelables par une végétation différente et des sols très organiques. Au Creux du Van, en plein étage montagnard, il existe une forêt d'épicéas typique de l'étage sub-alpin. Certains de ces épicéas présentent un nanisme, traduisant des conditions thermiques anormales au niveau du sol. En 2003, Delaloye *et al.* ont démontré la présence d'un système complexe de ventilation d'air qui engendre un corps gelé en permanence d'une épaisseur de 15-20 mètres. La couche active est épaisse d'environ deux mètres. Dans de tels systèmes, les communautés pédofaunistiques et microbiennes sont peu connues. L'objectif de cette étude est de caractériser le fonctionnement de ce système au niveau biologique en rapport avec les sols en place et les conditions microclimatiques.

Nous avons choisi d'analyser la matière organique de six profils de sols le long d'un transect. Le dosage colorimétrique des carbohydrates totaux et labiles a été effectué ainsi que celui des sucres aminés et des monophénols.

Pour l'analyse des communautés microbiennes, seuls trois ORGANOSOLS ont été conservés, dont deux situés juste au-dessus du permafrost. Des souches bactériennes et fongiques ont été isolées à 4°C en boîte de Pétri et testées pour la dégradation de la cellulose, de la pectine, de la caséine, de l'amidon et de la lignine, ainsi que pour l'adaptation à la température (sténo-/eury-thermie). La biomasse fongique a été mesurée par dosage de l'ergostérol en HPLC et la biomasse bactérienne est estimée à partir des CFU's. Afin de connaître la diversité et la structure des communautés bactériennes des profils DGGE ont été effectués.

Pour la caractérisation des communautés pédofaunistiques deux méthodes de piégeage principales ont été utilisées dans les six stations. Pour la capture de la faune épigée nous avons utilisé des pièges Barber, et pour la capture de la faune au sein du sol nous avons procédé à une extraction à l'aide d'un appareil Berlese-Tullgren. Nous avons effectué quatre prélèvements entre septembre 2005 et août 2006. Toutes les espèces de Collembolés présentes ont été déterminées et les Acariens ont été classés par groupes. La plupart des groupes de la macrofaune ont été déterminés à la Famille.

Nos résultats démontrent un effet indirect du froid sur la qualité de la matière organique entre les profils sur permafrost et hors permafrost. Nous avons pu montrer que les effets du permafrost ont une influence sur la structure des communautés pédofaunistiques et microbiennes mais pas sur leur diversité. Nous avons constaté que les effets du permafrost au niveau écosystémique se retrouvent à une échelle plus petite, particulièrement dans les horizons OH en ce qui concerne les communautés microbiennes, tandis que cet effet se retrouve à tous les niveaux en ce qui concerne le fonctionnement des communautés pédofaunistiques. Dans ce système les champignons semblent mieux adaptés au froid que les bactéries. Les tests trophiques en boîtes de Pétri ont montrés que les

activités liées à la dégradation de la matière organique sont potentiellement présentes et nous avons pu observer qu'il existe une différence dans l'activité des deux groupes d'organismes, suggérant qu'ils explorent des niches différentes. L'abondance et le cycle de vie de la faune géobionte sont fortement influencés par le microclimat froid. Les Collemboles sont plus nombreux en surface du sol tandis que les Acariens le sont plus dans les horizons OF. De plus, les espèces de Collemboles ne sont pas les mêmes au sein du sol et en surface, tandis que nous retrouvons les mêmes groupes d'Acariens dans les deux compartiments. La macrofaune et les groupes carnivores sont moins nombreux dans la zone froide. Finalement, cette étude nous a permis de mettre en évidence une certaine stabilité des communautés d'organismes par rapport à ce milieu spécifique ; en effet il semble qu'une large gamme de fonctions est assurée par ces organismes malgré des conditions abiotiques pas forcément favorables.

Bedeutung von Trockenheit in Waldböden

Sabine Braun, *Institut für Angewandte Pflanzenbiologie*
Sandgrubenstrasse 25, 4124 Schönenbuch, sabine.braun@iap.ch
Walter Flückiger, *Institut für Angewandte Pflanzenbiologie*
Sandgrubenstrasse 25, 4124 Schönenbuch, walter.flueckiger@iap.ch

Im Zusammenhang mit der Interpretation von Waldbeobachtungen ist es wichtig, die Rolle der Trockenheit als Stressor für den Wald zu verstehen. Im Jahre 2002 wurden deshalb in sechs verschiedenen Waldbeobachtungsflächen Bodenfeuchtesensoren (Thetasonden) zur kontinuierlichen Überwachung des Bodenwasserhaushalts in zwei verschiedenen Tiefen (in der Regel 20 und 40 cm) installiert. In vier Flächen wurden diese Sonden ergänzt durch Messungen mit Equitensiometern, um ein Mass für die pflanzenphysiologisch bedeutsamere Wasserspannung zu erhalten.

Die Messungen zeigen, dass sich der trockene Sommer 2003 in allen Waldflächen stark auf den Bodenwassergehalt ausgewirkt hat. Allerdings war der Sommer 2005 im Waldboden fast ebenso trocken. Das Ausmass der Trockenheit aufgrund der Tensiometermessungen ist dagegen sehr unterschiedlich: die beiden Waldflächen der Nordwestschweiz weisen zwischen 2003 und 2006 in allen Sommern ausgedehnte Perioden mit Wasserstress auf, während die Trockenperioden im Mittelland kürzer und weniger stark ausgeprägt waren. Während der Sommermonate (Mai-September) der Jahre 2002 bis 2006 lag der Wassergehalt in 40 cm Bodentiefe im Mittel in 32% der Zeit unter einer Wasserspannung von -690 hPa (64 bzw. 43% in der Nordwestschweiz, 7 bzw. 16% im Mittelland).

Messungen des Wasserflusses in Buchenstämmen, die in zwei weiteren Flächen vorgenommen wurden, zeigen eine deutliche Einschränkung der Transpiration infolge der Bodentrockenheit.

Aufgrund der Bodenwassermessungen muss der Schluss gezogen werden, dass Wasserknappheit im Wald eine wichtige Rolle spielt, und zwar nicht nur im Sommer 2003. Dies ist vor allem wichtig im Hinblick darauf, dass infolge der Klimaerwärmung mit einer Zunahme von extremen Wetterverhältnissen gerechnet werden muss.

Was haben Biozide mit Böden zu tun?

Michael Burkhardt, Bastian Etter, Markus Boller
Eawag: Das Wasserforschungsinstitut des ETH-Bereichs, Siedlungswasserwirtschaft,
8600 Dübendorf, E-Mail: michael.burkhardt@eawag.ch

Für die Anwendung von Pestiziden (PSM) in der Landwirtschaft ist bekannt, dass diese vom Boden via oberflächlichen Abfluss und präferentiellen Fluss in die Gewässer gelangen können. Abschätzungen zum Stofffluss und zur Umweltbelastung von PSM zeigen aber für einige Wirkstoffe ein breiteres Vorkommen, als durch den alleinigen Eintrag seitens der Landwirtschaft zu erwarten wäre. Diese Abweichung scheint darin begründet, dass vielfach die gleichen Wirkstoffe als Biozide im Siedlungsraum eingesetzt werden. Vor allem im Bereich des Materialschutzes von Gebäuden (u.a. Schutz vor Algen- und Pilzbefall auf Fassaden) werden etablierte Wirkstoffe wie Carbendazim, Diuron, Mecoprop, Terbutryn eingesetzt. Über das Vorkommen und Umweltverhalten von Bioziden ist jedoch wenig bekannt. Angesichts der zunehmenden Regenwasser-Versickerung, der Direkteinleitung in Gewässer via Trennsystem und nachhaltiger Boden- oder Gewässerschutzmassnahmen, sind aber Grundlagen zu den relevanten Prozessen und zur Etablierung von Massenbilanzen zwingend notwendig.

Im Projekt URBIC wird auf unterschiedlichen Versuchsskalen das Verhalten von Bioziden im urbanen Raum untersucht (www.eawag.ch/urbic). Im Labor, an Modell-Systemen und in Feldstudien werden die Auswaschraten und das weitere Umweltverhalten im Meteorwasserkanal beurteilt.

Unsere Abschätzungen haben ergeben, dass für einzelne Wirkstoffe alleine die Biozidmenge in Flachdächern und Fassaden die Menge in der Landwirtschaft übersteigen kann. Erste Resultate aus den laufenden Labor- und Feldstudien unterstreichen die Mobilisierung an Gebäudehüllen und das Vorkommen in Oberflächenabflüssen. Damit stellt sich die Frage, wann Oberflächenabfluss im Sinne der Gewässerschutzverordnung noch als „nicht verschmutzt“ und damit versickerungsfähig eingestuft werden kann. Ziel der Präsentation ist, den Stofffluss von Bioziden aus Sicht des Bodenschutzes im urbanen Raum vorzustellen und die Thematik in der Schweiz erstmals breiter zu platzieren. Dadurch soll ein Bewusstsein für umweltrelevante Quellen im urbanen Bereich und proaktive Massnahmen an der Quelle zur Verringerung von Boden- und Gewässerbelastung geschaffen werden.

Das Projekt wird unterstützt durch das Bundesamt für Umwelt (BAFU), Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL) des Kantons Zürich, Umwelt+Energie Luzern (uwe) und der Eawag.

Die Ausbreitung akustischer Wellen zur Bestimmung der Bodenfestigkeit unter Feldbedingungen

Marco Carizzoni

*Geographisches Institut der Universität Bern, Abteilung Bodenkunde,
Hallerstrasse 12, 3012 Bern. Email: carizzon@giub.unibe.ch*

Zur Bestimmung der Bodenfestigkeit von Kulturböden wurden die nötigen Geräte und Methoden entwickelt, die eine Untersuchung mittels akustischer Kompressionswellen erlauben. Für die Messungen werden für jede Tiefe 1 Sender und mindestens 4 Empfänger in Bohrlöchern in Abständen von 0.25-1.0[m] installiert. Diese Anwendung bewährter geophysikalischer Methoden erfolgte erstmals in einem grösseren Umfang zur Untersuchung von Landwirtschaftsböden bis in 0.5[m] Tiefe und erlaubt eine direkte Bestimmung bodenelastischer Parameter. Die Methode wurde an verschiedenen Standorten mit unterschiedlichen Nutzungen eingesetzt und ist in der Lage mit einer hohen räumlichen Auflösung Unterschiede in der Dichte unterschiedlicher Tiefen darzustellen. Der Einfluss wechselnder Sättigungsbedingungen konnte mit Messungen unter Feldbedingungen und mit Beregnungsversuchen erfasst werden. Bei Kenntnis des Tongehaltes ist bei Sättigungsgraden < 80[%] die direkte Bestimmung der Lagerungsdichten im Feld möglich. Die mit Feldmessungen bestimmten Elastizitätsmodule zeigen eine hohe Übereinstimmung mit den aus triaxialen Druckversuchen bestimmten Werten und können als zukünftiges Mass für eine obere Festigkeitsgrenze herangezogen werden. Auch für Anwendungen im Bauwesen ist die Methode zur direkten Bestimmung der Bodenfestigkeit geeignet.

From Farmer to Farmer – Knowledge Management enhances Soil Protection in Switzerland

Patricia Fry, Wissensmanagement Umwelt, Idaplatz 3, 8003 Zürich, p.fry@bluewin.ch

Bridging the gap between science and practice is a major challenge for the implementation of sustainable actions. In order to find more successful ways for implementing soil protection the author compared scientific and farmer perception of soil:

Farmers' and scientists' perception is directed and shaped by three distinctive characteristics namely their respective aims, methods and context of work (Fry 2001). Farmers focus on production of foodstuffs while scientists focus on theories on soil function and processes. These different aims obviously have to be achieved with completely different methods and in different contexts. Farmers work the soil by using the plough or direct drilling under field conditions. A scientist on the other hand quantifies certain soil properties by taking samples in the field and examining them under controlled conditions in the laboratory. The key problem facing scientists is how to standardize and generalize their achievements, in order that they can be reproduced in different local contexts. On the other hand farmers face the main problem how to cope economically in a high industrialized agriculture. They also have to cope with deceases, unpredictable weather conditions etc. The view of farmers is summarized as "broad", the view of scientists as "deep". While farmers are mainly concerned with maintaining soil under variable conditions – the level of action –, scientists, tend to focus on examining soil under controlled conditions – the level of observation –. The scientists gain deep insight on their topic by neglecting the broader connections. The view of farmers is more a broad overview by neglecting a deep insight in several topics.

Following general conclusions are derived for implementing scientific facts into practice: 1) Move from knowledge transfer to knowledge exchange. 2) Differentiate between information and knowledge (know-how).

The Swiss project "From Farmer to Farmer" (2001-2008) was conceptualized on the basis of the findings above and the experiences from knowledge management (Davenport and Prusak 1998) which help exchange knowledge between science and practice.

Approach: In a first step the project leader chose experienced farmers who had already implemented soil conserving methods successfully in collaboration with soil scientists during several years. During that time the aims, methods and contexts of farmer work as well as scientifically derived knowledge concerning soil conservation were integrated in a way that lead to sustainable farming. In a second step the arguments of these farmers were worked out by means of interviews and film. The films show people working at the farm, their machines in action and crops in several stages. Because the films show farmers presenting soil conserving techniques in their own words the credibility is enhanced and personal identification is enabled. In a third step these videos are shown at informal farmer assemblies as well as at agricultural schools in order to trigger social learning processes. These processes are accompanied and enhanced by the project leader.

By building and organizing an accompanying group – a trading zone – which consists of several actor groups, institutions of agriculture and soil protection as well as several agricultural associations, the project also bridges the gap between scientists and practitioners on the one hand as well as soil protection and agriculture on the other hand. Knowledge exchange within this group is considered to be a relevant outcome of the project.

Five short films were produced up to now: "From ploughing to soil conserving techniques", "mulch seeding", "strip tilling", "direct drilling" and "soil regeneration". The experiences with showing these films in farmer networks are presently being examined by the University of Berne.

The collaboration with the University of Berne, centre for development and environment, as well as ART Reckenholz within the COST Programme 634 "Erosion" is a chance to reflect and improve the approach "From farmer to Farmer".

Keywords:

Explicit and tacit knowledge, face to face communication, knowledge networking, film

Anwendung der Reflexionsspektroskopie für Bodenmonitoring in der Schweiz

1. **Christine Hauert**, Centre for Development and Environment (CDE), Institute of Geography, Steigerhubelstrasse 3, 3008 Berne, christine.hauert@students.unibe.ch
2. **Hanspeter Liniger**, Centre for Development and Environment (CDE), Institute of Geography, Steigerhubelstrasse 3, 3008 Berne, hanspeter.liniger@cde.unibe.ch
3. **Peter Germann**, Institute of Geography, University of Berne, Hallerstrasse 12, 3012 Berne, peter.germann@giub.unibe.ch

Reflexionsspektroskopie bietet eine kostengünstige und effiziente Alternative zur herkömmlichen Laboranalyse von Bodenproben. In der Reflexionsspektroskopie werden Bodenproben im Wellenlängenbereich 250-4500nm gemessen. Dabei wird mit multivariater Statistik ein Kalibrierungsmodell aus spektral gemessenen Bodenproben und deren chemisch bestimmten Laborwerten erstellt. Anhand dieses Modells können Bodeneigenschaften von weiteren Bodenproben vorhergesagt werden.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde eine Spektralbibliothek anhand der Bodenproben der Pedothek des freiburgischen Bodenbeobachtungsnetzes (FRIBO) aufgebaut. Das Kalibrierungsmodell basiert auf Entscheidungsbäumen und wurde mit Hilfe der Software CART von Salford Systems erstellt. Insgesamt konnte so ein zuverlässiges Kalibrierungsmodell für den Humusgehalt aus über 400 Bodenproben aufgebaut werden.

Dieses Kalibrierungsmodells bietet sich an für die zukünftige Bestimmung des Humusgehaltes für Bodenproben des FRIBO-Netzes. R^2 der Validationsdaten liegt im Schnitt bei 0.81. Der RMSE (Root mean square error) zwischen den im Modell bestimmten Validationsdaten und den gemessenen Laborwerten liegt bei 0.8, wobei die grossen Abweichungen zwischen vorhergesagtem und gemessenem Wert vor allem bei Bodenproben mit einem Humusgehalt von über 10% liegen. Die schlechte Voraussagbarkeit in diesem Bereich kann auf die niedrige Zahl an Referenzwerten zurückgeführt werden. Die Mehrzahl der FRIBO-Bodenproben weist einen Humusgehalt von unter 8% auf, in diesem Bereich liegt der RMSE bei 0.6. Ein genauere Kontrolle der chemischen Referenzwerte, sowie die Verwendung effizienterer und besserer statistischer Methoden könnte die Genauigkeit des Kalibrierungsmodells für zukünftige Anwendungen noch verbessern.

Das vorliegende Modell wurde bereits für die Bestimmung des Humusgehaltes von weiteren Bodenproben verwendet. Die untersuchten Bodenproben stammen aus dem Raum Frienisberg/Seedorf sowie aus dem Raum Oberaargau (Madiswil/Melchnau/Rohrbach) und sollen einen Vergleich des Humusgehaltes zwischen Direktsaat- und Pflugsystem liefern. Dazu wurden jeweils Direktsaat- und Pflugfelder ausgewählt, welche unmittelbar nebeneinander liegen. Insgesamt konnte mit der Reflexionsspektroskopie bei über 500 Bodenproben der Humusgehalt bestimmt werden. 40 Bodenproben wurden im Labor auf den Humusgehalt bestimmt um die Genauigkeit und Zuverlässigkeit des Modells zu testen. Der Humusgehalt konnte mit einer Genauigkeit von +/-0.4% Humusgehalt vorhergesagt werden, was einem RMSE von 0.5 entspricht. Diese Abweichung dürfte innerhalb der Variation eines Feldes liegen.

Die Messungen des Humusgehaltes bei den Parzellen im Oberaargau haben durchwegs höhere Humusgehalte bei den Direktsaatparzellen im Vergleich zu den gepflügten Parzellen gezeigt. Ausserdem konnte eine Humusanreicherung in den obersten 5 Zentimetern bei der Direktsaat festgestellt werden.

Im Frienisberg konnte nur bei den Direktsaatparzellen ohne Kartoffelanbau in der Fruchtfolge ein höherer Humusgehalt festgestellt werden.

Die Reflexionsspektroskopie bietet eine sehr viel versprechende und kostenattraktive Möglichkeit Bodeneigenschaften an einer grossen Anzahl von Bodenproben bestimmen zu können und erlaubt so ein viel breiter angelegtes Monitoring von Feldern und Versuchsstandorten. In Zukunft könnte durch den Aufbau von kantonalen und/oder gesamtschweizerischen Spektralbibliotheken ein Grundstein zur Anwendung dieser Methode gelegt werden.

Rivulet approach to infiltration in sand boxes using Neutron-Radiography

*I. Hincapié, Bodenkunde, Geographisches Institut, Universität Bern,
e-mail: hincapie@giub.unibe.ch*

*P. Germann, Bodenkunde, Geographisches Institut, Universität Bern,
e-mail: germann@giub.unibe.ch*

The domain of preferential infiltration (rivulet flow) is squeezed between the two classical domains of flow in porous media (i.e. Darcy's law, where all the pores are filled with water, and the domain of the Richards' equation, where the diffusion of capillary potential increasingly dominates flow as soil moisture decreases). Rivulets are tiny water streaks, which are gravity driven and are considered the basic units of preferential infiltration. Rivulet approach is based on the hypothesis that flow shows continuous features.

Rivulet approach was applied to simulate flow process. We used Neutron Radiography (NR) as a tool to monitor the infiltration-drainage process in sand boxes. Sand of three different grain size (>0.2mm, >0.5mm and >1.0mm) was packed in aluminium sample holders (40x20x0.5-1.0cm). Irrigation experiments were performed at the NEUTRA facility (PSI in Villigen). Series of radiograms were carried out in air dried samples and in samples which were equilibrated with water and heavy water (D₂O, deuterium) prior to the experiments. The samples were weighted before and after saturation and after the sprinkling events.

Soil moisture variations during and after infiltration, velocity of wetting fronts and the impact of the rate of infiltration on type of flow are reported. Questions whether wetting front velocities in the sand boxes, minimum water contents, θ^* and the geometry of flow characterize preferential flow will be discussed. We expect rivulet approach to flow to provide a framework for dealing with fast flow that is usually associated with preferential flow.

ATMOSPHERISCHE DEPOSITION IN DER UMGEBUNG DES NEFERAL-INDUSTRIEGEBIETS (BUKAREST, RUMÄNIEN)

1. *Mirja Lagerström, Hochschule Wädenswil, m.lagerstroem@ui03.hsw.ch*

2. *Petra Panzer, Hochschule Wädenswil, p.panzer@ui03.hsw.ch*

Für die Abschätzung der Luftschadstoffemissionen des - ausserhalb der rumänischen Hauptstadt Bukarest gelegenen - Industriegebiets Neferal wurden zwischen August und November 2006 Staubniederschlagsproben gesammelt. Diese wurden anschliessend auf die Schwermetalle Blei, Cadmium, Kupfer und Zink analysiert.

Zur Erfassung des Staubniederschlags wurden drei verschiedene Arten von Bulksammlern verwendet: das standardisierte Bergerhoff-Gerät, ein selbstentworfener Trichter-Flasche-Sammler sowie ein von der Eawag konzipierter Bulksammler. Die permanent offenen Messgeräte sammelten an neun Standorten rund um das Industriegebiet Neferal die atmosphärische Deposition. Um die Messgeräte Bergerhoff und Trichter-Flasche-Sammler zu vergleichen, wurden jeweils am gleichen Standort Vergleichsmessungen vorgenommen. Zur Qualitätsprüfung der Messgeräte wurden zudem örtliche und zeitliche Parallelmessungen von drei identischen Geräten durchgeführt.

Die Vergleichsmessungen zwischen dem Bergerhoff-Gerät und dem Trichter-Flasche-Sammler ergaben einen Messunterschied. Die höheren Messwerte im Trichter-Flasche-Sammler weisen auf eine bessere Funktionsfähigkeit dieses Geräts hin. Bei den Parallelmessungen weist das Bergerhoff-Messgerät eine kleinere Streuung der Messresultate auf und zeigt somit eine höhere Wertbeständigkeit.

Die Ergebnisse der Staubniederschlagsmessungen und Schwermetallanalysen zeigen, dass das Industriegebiet Neferal Auswirkungen auf die Schadstoffdeposition hat. Die Hypothese, Abnahme des Staubniederschlags mit zunehmender Entfernung zum Industrieareal, konnte bestätigt werden. Ausserdem wirkten sich lokale Effekte der Standorte auf die Messresultate aus. Somit wurden beispielsweise an den verkehrsexponierten Standorten die höchsten Staubniederschlagswerte und Schwermetallmengen gemessen. Aufgrund der anhaltenden Einträge von Schwermetallen in die Atmosphäre durch das Industriegebiet ist eine Fortführung der Beobachtung notwendig, um die weitere zeitliche Entwicklung abschätzen und bei Erreichen von Grenzwerten Empfehlungen für Minderungsmassnahmen geben zu können. Mit dem Messnetz war nur eine begrenzte und lokale Aussage bezüglich des Staubniederschlags und der Schwermetallverfrachtung möglich. Das Messnetz muss erweitert werden, um eine allgemeingültige Aussage für Industriegebiete in Rumänien machen zu können.

Im Vergleich mit Messstandorten in der Schweiz verzeichnen die Neferal-Standorte massiv höhere Schwermetalldepositionen. Die schweizerischen LRV-Immissionsgrenzwerte werden um ein Vielfaches überschritten. Der durchschnittliche Staubniederschlag und der Schwermetalleintrag sind rund um das Neferal-Areal auch höher als die am Referenzstandort mitten in der Stadt Bukarest gemessenen Werte. Die in Bukarest verzeichneten Resultate liegen alle unter den schweizerischen LRV-Immissionsgrenzwerten.

Baumwurzeln – Zentraler Faktor der Infiltration?

Benjamin Lange, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL),
Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf, lange@wsl.ch

Peter Lüscher, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL),
Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf, peter.luescher@wsl.ch

Peter F. Germann, Geographisches Institut der Universität Bern, Hallerstrasse 12, 3012 Bern,
peter.germann@giub.unibe.ch

Seit Ende des 19. Jh. wird angenommen, dass Böden bewaldeter Gebiete gegenüber anderen Vegetationsformen eine abflusshemmende Funktion aufweisen. Bis heute sind die Faktoren, welche besagte Wirkung in Waldböden hervorrufen, nicht lückenlos bekannt. Es wird aber vermutet, dass sich in Waldböden ein hydrologisch sehr wirksames Makroporensystem ausbildet. Baumwurzeln nehmen eine zentrale Rolle bei der Bildung und Erhaltung von Makroporen ein. Hegg et al. (2004) haben gezeigt, dass insbesondere bei Tannen-Fichtenwäldern auf pseudovergleyten Standorten dem Waldzustand und damit der Durchwurzelungssituation bezüglich der Wasserspeicherefähigkeit eine wichtige Rolle zukommt.

In diesem Projekt wird untersucht, wie weit Baumwurzeln von Fichte (*Picea abies*), Weisstanne (*Abies alba*) und Buche (*Fagus sylvatica*) hydrologische Parameter im Boden beeinflussen. In Bezug auf die Geometrie der Wurzelsysteme unterscheiden sich die drei Baumarten erheblich. Insbesondere die Tanne mit dem Pfahlwurzelsystem und ihrer Fähigkeit, auch in vernässten Horizonten zu wurzeln könnte hinsichtlich der Infiltration tiefere und vernässte Horizonte erschliessen. Die Untersuchungsflächen befinden sich in einem voralpinen Fichten-Tannenwald, dessen Boden durch das Vorhandensein einer Stauschicht in ca. 35 cm Tiefe geprägt ist.

Methodisch wurden künstliche Beregnungen mit horizontweiser Messung des Verlaufs der Bodenfeuchte (TDR-Sonden) durchgeführt. Die 1 m² grossen Beregnungsflächen befinden sich rund 1 m neben der Stammbasis einer ausgewachsenen Fichte, einer Tanne und einer Buche. Zudem sind Untersuchungen im Zwischenkronenbereich durchgeführt worden. Für die Erfassung der Wurzelparameter wurden auf den beregneten Flächen Bohrproben bis in eine Tiefe von einem Meter gesammelt. Die separierten Wurzeln wurden mittels des PC-Programms „WinRHIZO“ ausgewertet.

Erste Ergebnisse deuten darauf hin, dass Baumwurzeln bezüglich des Fliessverhaltens von Wasser im Boden einen gewissen Einfluss zeigen, aber einfache Parameter wie die Wurzellänge pro dm³ nicht ausreichen, um das Fliessverhalten schlüssig zu erklären. Trotzdem sind gewisse Trends sichtbar. So wurde Makroporenfluss insbesondere in Bodentiefen beobachtet, wo aufgrund der idealtypischen Wurzelsysteme der drei Baumarten eine hohe Wurzeldichte erwartet werden kann. Die Speicherefähigkeit der oberen 50 cm Boden zeigte sich im Stammbereich der Tanne maximal.

Die Publikation für das Bulletin der BGS wird weitere Ergebnisse, insbesondere Korrelationen zwischen hydrologischen Parametern und Wurzelgeometrie beinhalten.

Literatur:

Hegg, C.; Thormann, J.-J.; Böll, A.; Germann, P.; Kienholz, H.; Lüscher, P.; Weingartner, R. (Eds) 2004: Lothar und Wildbäche. Schlussbericht eines Projektes im Rahmen des Programms "Lothar Evaluations- und Grundlagenprojekte". - Birmensdorf, Eidg. Forschungsanstalt WSL. 79 S.

Bodenmikrobiologische Kennwerte im NABO-Referenzmessnetz (NABObio)

1. **Hans-Rudolf Oberholzer**, *hansrudolf.oberholzer@art.admin.ch*

2. **Susanne Scheid**, *susanne.scheid@art.admin.ch*

Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, 8046 Zürich, Switzerland

Ziel dieser Untersuchung war es, den Ist-Zustand landwirtschaftlich genutzter Böden im NABO-Messnetz für die bodenmikrobiologischen Parameter mikrobielle Biomasse (SIR, FE) und Basalatmung zu erfassen. Anhand der Messwerte wurden bestehende Referenzwertmodelle zur Beurteilung des bodenmikrobiologischen Parameters mikrobielle Biomasse BM (SIR) für Acker- und Graslandböden erneut validiert; diese Referenzwertmodelle dienten auch zur Interpretation der Untersuchungsergebnisse. Des Weiteren wurde untersucht, ob Einflüsse von Bodenbelastungen durch Schwermetalle für den bodenmikrobiologischen Parameter mikrobielle Biomasse BM (SIR) nachweisbar sind.

Im Rahmen dieser Untersuchung wurden in den Jahren 2004 und 2005 32 Standorte mit Ackerbau, 16 Graslandstandorte (intensiv, extensiv), je drei Standorte mit den Spezialkulturen Gemüse, Obst bzw. Reben sowie 2 Parkanlagen jeweils im Frühjahr auf einer Fläche von 10 x 10 m entsprechend der NABO-Vorgehensweise beprobt. Die Standorte mit Ackerbau und mit Spezialkultur Gemüse wurden in einer Tiefe von 0-20 cm beprobt. Die Graslandstandorte, die Standorte mit Spezialkultur Obst bzw. Reben sowie die Parkanlagen wurden in einer Tiefe von 0-10 cm beprobt.

Die Bodenproben wurden gemäss den Referenzmethoden der Eidg. landw. Forschungsanstalten (FAL, FAW, RAC, 1998) gelagert, zur Analyse aufbereitet und bezüglich bodenmikrobiologischer Parameter untersucht. Als physikalische und chemische Bodeneigenschaften wurden Körnung, pH-Wert und C_{org}-Gehalt bestimmt.

Die Standorte mit Ackerbau, die Standorte mit Spezialkultur Gemüse sowie die Parkanlagen wiesen die niedrigsten Werte sowohl für die mikrobielle Biomasse als auch für die Basalatmung auf. Die höchsten Werte wurden in den Böden der Graslandstandorte gemessen. Die Ergebnisse der Standorte mit Spezialkultur Reben bzw. Obst liegen dazwischen.

Die Beurteilung der mikrobiellen Biomasse (SIR) anhand der Referenzwertmodelle zeigt, dass die Gehalte der meisten Acker- und Graslandstandorte im Normalbereich liegen. Die Standorte mit Spezialkultur Gemüse, die aufgrund der Bodenbearbeitung mit dem Referenzwertmodell für Ackerböden ausgewertet wurden, lassen sehr tiefe Gehalte an mikrobieller Biomasse für zwei der drei Standorte erkennen. Die Gehalte der Standorte mit den Spezialkulturen Reben bzw. Obst sowie jene der Parkanlagen wurden dagegen mit dem Referenzwertmodell für Graslandböden ausgewertet. Die Ergebnisse für zwei der drei Standorte mit Spezialkultur Reben und jene beider Parkanlagen sind als sehr tief zu beurteilen. Für die Standorte mit den Spezialkulturen Gemüse, Reben und Obst sowie für die Parkanlagen stellt sich jedoch die Frage, ob die verwendeten Referenzwertmodelle geeignet sind oder ob entsprechend der Nutzungskategorien eigene Referenzwertmodelle zu erarbeiten sind.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung eignen sich für die Erweiterung der Datenbasis der bestehenden Referenzwertmodelle. Für die Standorte mit Ackerbau ist es aufgrund der geschaffenen Datengrundlage nun sogar möglich, eine erste Version von Referenzwertmodellen für die bodenmikrobiologischen Parameter mikrobielle Biomasse (FE) und Basalatmung berechnen zu können.

Die anhand der Referenzwertmodelle durchgeführte Beurteilung der Auswirkungen einer Bodenbelastung mit Schwermetallen auf die mikrobielle Biomasse (SIR) zeigte für die Acker- und Graslandstandorte bei einer Überschreitung des geltenden Richtwertes keine ungünstigen Einflüsse. Für die Standorte mit den Spezialkulturen Gemüse bzw. Reben sowie für die Parkanlagen, die eine Überschreitung der Richt- bzw. sogar der Prüfwerte aufwiesen, kann dieser Einfluss nicht beurteilt werden, einerseits weil das Datenset für einen Vergleich nicht ausreicht, andererseits weil der Einsatz der bestehenden Referenzwertmodelle für diese Nutzungskategorien fraglich ist.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen können als Ausgangsbasis für eine Langzeitbeobachtung bodenmikrobiologischer Parameter verwendet werden.

Finanzierung durch: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Abteilung Stoffe, Boden, Biotechnologie.
Durchgeführt in Zusammenarbeit mit Peter Schwab und Hans Brunner, Forschungsgruppe
Umweltbeobachtung und -prognose Agroscope Reckenholz-Tänikon ART.

Regeneration von Bodenschäden mit und ohne Massnahmen

Stéphane Sciacca, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL),
Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf, stepane.sciacca@wsl.ch

Mirjam Halter, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL),
Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf, peter.luescher@wsl.ch

Peter Lüscher, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL),
Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf, peter.luescher@wsl.ch

Nach dem Sturm Lothar im Dezember 1999 sind viele Bodenbeeinträchtigungen und starke Bodenschäden durch die Holzernte mit schweren Maschinen auf den Räumungsflächen entstanden. Auf drei Lothar-Reservatflächen sind Fahrspuren von unterschiedlichen Beeinträchtigungs- bzw. Schadensintensitäten untersucht worden (Lagerungsdichte, Grobporenvolumen, Eindringwiderstand und Bodenatmung). Als Massnahme zur Bescheunigung der Regeneration wurden im Jahr 2003 Erlen und Weiden gepflanzt (z.T. direkt in die Fahrspuren, teilweise nach Auffüllen mit Kompost).

Im Jahr 2003 und 2004 wurde die Bodenatmung in Fahrspuren (mit und ohne Bepflanzung) und auf vergleichbaren Referenzstandorten gemessen. Zudem wurde das Höhenwachstum der Bäume erfasst.

Zielsetzungen

- Die Regenerationsfähigkeit von Böden ist zu untersuchen, die durch Räumungsarbeiten nach Sturmschäden „verdichtet“ worden sind.
- Verschiedene Sanierungsmassnahmen sind zu evaluieren.
- Empfehlungen für die Praxis sind zu erarbeiten.

Erste Ergebnisse

Auf der Testfläche in Habsburg (Kt. AG) war die Bodenatmung im Jahr 2003 und 2004 höher in den Fahrspuren als auf den Referenzstandorten. Die nicht bepflanzten Referenzen wiesen höhere Werte auf als die bepflanzten Vergleichsflächen, währendem die nicht bepflanzten Fahrspuren höhere Werte als die bepflanzten Fahrspuren zeigten. Im Jahr 2003 und 2004 gab es eine leichte Tendenz, dass die Bodenatmung mit der Schadensintensität abnimmt, währendem die Referenz immer kleinere Werte als die Fahrspuren aufwiesen.

Das Höhenwachstum der Erlen ist generell besser als dasjenige der Weiden. Die Bäume wachsen besser in den Fahrspuren als auf den Referenzflächen, und in den Fahrspuren wachsen die mit Kompost besser als die ohne Füllmaterial.

Ausblick

Im Jahr 2007 werden wir eine Beprobung des Wurzelsystems von einigen Erlen und Weiden durchführen, um das Wurzelwachstum und dessen Einfluss auf die Regenerationsprozesse nach 4 Jahren genauer zu untersuchen.

Literatur

von Wilpert, K. and J. Schäffer, 2006: "Ecological effects of soil compaction and initial recovery dynamics: a preliminary study." *European Journal of Forest Research* V125(2): 129-138.

von Wilpert, K. und J. Schäffer, 2003: "Regeneration von Befahrungsschäden auf verformungs-empfindlichen Schlufflehmsubstraten." www.waldwissen.net.

Schack-Kirchner, H., E. E. Hildebrand, et al., 1993: "Bodensauerstoffhaushalt unter Fahrspuren." *AFZ* 3: 118-121.

Grundlagen für den Umgang mit der Ressource Boden im Wald

Lorenz Walthert, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL),
Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf, lorenz.walthert@wsl.ch

Stephan Zimmermann, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL),
Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf, stephan.zimmermann@wsl.ch

Peter Lüscher, Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft (WSL),
Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf, peter.luescher@wsl.ch

Im Poster stellen wir die in der Forschungseinheit Boden-Wissenschaften an der WSL vorhandenen Grundlagen für den Bodenschutz im Wald vor und orientieren über unsere aktuellen Fragestellungen zu diesem Themenbereich.

Ausgehend vom Bodenproben-Archiv (Pedothek) und den Grundlagen aus dem Datenarchiv versuchen wir die Daten zu dokumentieren, zu visualisieren und zu interpretieren. Beispielhaft dafür steht die dreibändige Publikation „Waldböden der Schweiz“ mit 95 über die Schweiz verteilten Waldböden. Es werden Methoden und Kriterien zur Bewertung der Bodenfunktionen eingeführt und angewendet. Dabei behandeln wir u.a. die folgenden für den Bodenschutz relevanten Themen:

- Klassierung des Säurezustandes
- Risiko für eine weitere pH-Abnahme im Boden
- Risiko einer Schädigung der Pflanze durch Al-Toxizität
- Herkunft von Schwermetallen im Boden
- Risiko für die Auswaschung von Schwermetallen in den Untergrund
- Durchwurzelbarkeit des Bodens
- Baumartenwahl basierend auf standorts- und bodenkundlichen Kriterien.

Aktuelle Fragestellungen

- Physikalischer Bodenschutz (Belastungsempfindlichkeit von Böden, Interaktionen zwischen Boden & Maschine, Bodenverdichtung, Gashaushalt, Regeneration, Sanierung, bodenschonende Holzernte)
- Trinkwasserqualität (Schadstoffbelastung, Bodenversauerung, Säurepufferung, Mobilität von Schadstoffen, Filterung)
- Organischer Kohlestoff (Vorrat in Auflage und Mineralboden, stabile und labile Pools, Verweilzeiten von org. Substanzen im Boden)
- Standortsfaktor Boden (Wasser- und Nährstoffhaushalt, Potentiale und Risiken von Waldböden, Bezugsstraten, bodenökologische Zeigerwerte, Konkurrenzkraft der Baumarten, Baumartenwahl)
- Hochwasserschutz (Hydrologisch wirksame Bodenparameter, Wurzelverteilung, Abflussverhalten, Hangstabilität)

Literatur:

- Walthert, L., Zimmermann, S., Blaser, P., Luster, J., Lüscher, P., 2004: Waldböden der Schweiz. Band 1. Grundlagen und Region Jura. Birmensdorf, Eidgenössische Forschungsanstalt WSL. Bern, Hep Verlag. 768 S.
- Blaser, P., Zimmermann, S., Luster, J., Walthert, L., Lüscher, P. 2005: Waldböden der Schweiz. Band 2. Regionen Alpen und Alpensüdseite. Birmensdorf, Eidgenössische Forschungsanstalt WSL. Bern, Hep Verlag. 920 S.
- Zimmermann, S., Luster, J., Blaser, P., Walthert, L., Lüscher, P. 2006: Waldböden der Schweiz. Band 3. Regionen Mittelland und Voralpen. Birmensdorf, Eidgenössische Forschungsanstalt WSL. Bern, Hep Verlag. 848 S.

Einfluss unterschiedlicher Regenerationsverläufe auf die Entwicklung physikalischer und mikrobiologischer Eigenschaften eines verdichteten Bodens

1. Peter Weisskopf, *peter.weisskopf@art.admin.ch*

2. Hans-Rudolf Oberholzer, *Adresse, hansrudolf.oberholzer@art.admin.ch*

3. Jan Rek, *jan.rek@art.admin.ch*

Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, 8046 Zürich, Switzerland

In einem Feldversuch auf tiefgründiger Braunerde (20% Ton-, 26% Schluff- und 1.4% organischer C-Gehalt) in Zürich-Reckenholz werden Verdichtungs- und Regenerationsverfahren eingesetzt, um die Bedeutung von Bodenbewirtschaftungsmassnahmen auf die Gefügeentwicklung festzustellen. Das Ziel der Studie ist es, die funktionellen Beziehungen zwischen den physikalischen Bodeneigenschaften, den von ihnen unmittelbar und mittelbar beeinflussten Lebensbedingungen sowie der Menge, Aktivität und Zusammensetzung von Bodenmikroorganismen-Populationen zu studieren.

Zu diesem Zweck sind in einem Freiland-Modellversuch drei Hauptverfahren angelegt worden: a) jährlich wiederholte Verdichtung und b) eine einmalige Verdichtung, gefolgt von natürlicher Regeneration ohne jegliche mechanische Lockerungsmassnahmen, sowie c) eine einmalige Verdichtung gefolgt von jährlicher Bodenbearbeitung mit Hilfe eines Pflugsystems. Diese Versuchsverfahren werden verglichen mit einer ortsüblichen Bodenbewirtschaftung, die ebenfalls auf der ganzflächigen Lockerung mit Hilfe eines Pflugsystems basiert.

Jedes dieser Versuchsverfahren wird sowohl unter dem natürlichen Witterungsverlauf als auch mit zusätzlicher Bewässerung geprüft, damit bei unterschiedlicher Jahreswitterung die Folgen von Gefügeschäden mit genügender Deutlichkeit erfasst werden können. Die Fruchtfolge während der Versuchsdauer ist Mais, Winterweizen, Wintergerste und zweijährige Kunstwiese.

Der Gefügezustand der Böden (Porosität, Durchlässigkeit, Stabilität) wird mit Hilfe von ungestörten Bodenproben charakterisiert, die Lebensbedingungen für die Bodenorganismen durch Messungen der Bodenfeuchtigkeit (Wassergehalt, Saugspannung) und Bodenluftzusammensetzung (O₂-, CO₂-Konzentration) im Feld.

Erste Ergebnisse der Gefügeuntersuchungen kurz nach Beginn des Versuches bestätigen die erwarteten Gefügebeeinträchtigungen durch die Oberboden-Verdichtungen. Die Auswirkungen dieser Gefügeschädigungen auf die Lebensbedingungen im Boden lassen sich im Lauf der Vegetationsperiode ebenfalls deutlich erkennen: Verdichtungen des Gefüges, insbesondere in den bewässerten Verfahren, verursachten häufigere und ausgeprägtere Situationen mit verringerter O₂-Verfügbarkeit und erhöhten CO₂-Konzentrationen in der Bodenluft. Ihr Einfluss auf die Jugendentwicklung von Weizen war zwar mit einer maximalen Reduktion der Bestandesdichte um 20% nicht übermässig gross, das Pflanzenwachstum wurde mit einer Verringerung der oberirdischen Biomasseproduktion um bis zu 60% hingegen erheblich beeinträchtigt. Damit sind günstige Voraussetzungen für das Studium der Wechselwirkungen zwischen physikalischen Bodeneigenschaften, der von ihnen unmittelbar und mittelbar beeinflussten Lebensbedingungen sowie deren Folgen für die Mikroorganismen im Boden gegeben.

Erfolgskontrolle von Rekultivierungen und Terrainveränderungen anhand der Boden-Gefügeanalyse

1. **Katharina Wild**, Hochschule Wädenswil, wildsurf@hispeed.ch

Landwirtschaftlich nutzbare Flächen gehören zu den wertvollsten Böden. Durch die fortschreitende Versiegelung geht immer mehr nutzbares Land verloren. Es ist deshalb wichtig, die bestehenden Flächen vor negativen Einflüssen zu schützen. Bei Rekultivierungen und Terrainveränderungen werden oft riesige Mengen an Bodenmaterial verschoben. Dabei wird die natürliche Bodenstruktur sehr stark beeinflusst, was zu einer verminderten Bodenfruchtbarkeit führen kann.

In dieser Arbeit wurden mögliche Veränderungen der Bodenstruktur nach Terrainveränderungen oder Rekultivierungen mittels Gefügeanalyse untersucht und bewertet. Insgesamt zehn Standorte wurden beprobt und wenn möglich mit lokalen Referenzstandorten verglichen. Anhand des Grades der anthropogenen Veränderungen im Boden können Hinweise auf das Regenerationspotential der geschädigten Böden gewonnen werden. Zusätzlich zur Auswertung der Standorte wurde untersucht, ob die für Böden im Mittelland entwickelte Methode auch für Bergregionen geeignet ist.

Die Auswertungen zeigen, dass im Vergleich zu den Referenzstandorten rund 80% der untersuchten Standorte Mängel im Bodenaufbau und stark anthropogen veränderte Gefügestrukturen aufweisen. Oft findet sich im Unterboden zu viel fremdes Material, wie Aushub von Neubauten. Ebenfalls problematisch ist die geringe Gründigkeit und die Nachfolgebewirtschaftung, die oftmals nicht den Bedingungen angepasst wird.

Nach Anwendung der Methode an unterschiedlichen Standorten hat sich gezeigt, dass sie auch für steinige Bergregionen geeignet ist, wenn gewisse Faktoren beachtet werden.

Spatial Assessment of Soil Organic Carbon Using a Reflectance Spectral Library and Landsat Satellite Imagery

1. **Bettina Wolfgramm**, Centre for Development and Environment (CDE), Institute of Geography,
Steigerhubelstrasse 3, 3008 Berne, bettina.wolfgramm@cde.unibe.ch

2. **Hanspeter Liniger**, Centre for Development and Environment (CDE), Institute of Geography,
Steigerhubelstrasse 3, 3008 Berne, hanspeter.liniger@cde.unibe.ch

Many developing countries struggle with widespread soil degradation. Information on soil quality is crucial to improve decision making for efficient support of sustainable land management at a regional scale. Thus methods are needed allowing fast and inexpensive prediction of important soil quality indicators such as soil organic carbon (SOC). Furthermore identification of degraded or well conserved areas in a spatially explicit manner is required in order to focus soil conservation efforts. The potential of diffuse reflectance spectroscopy in the visible and near infrared regions (VNIR) for fast prediction of soil properties in a non-destructive and efficient way has been demonstrated in a number of studies. However the complex spectrum and the non-existence of accurate models to link VNIR reflectance and soil properties, requires establishment of purely empirical calibrations specifically for new study areas. During the last years various studies have demonstrated that it is possible to map soil properties and soil quality indicators on the bases of satellite imagery.

The foothills of western Tajikistan consist mainly of easily erodable loess deposits. In the 1990's increasing poverty triggered by the transformation of the economy and the civil war forced the rural population into subsistence farming. In the foothills, cultivation of steep slopes led to widespread soil erosion with highly negative impacts on soil quality. Efficient planning of soil conservation measures is a key issue for these areas.

The aim of this study was to apply a soil spectral library approach to predict SOC contents from spectral reflectance information for soils in the study area. This would allow prediction of SOC contents for a large number of sampling sites, which is needed to calibrate SOC content classes to Landsat satellite imagery.

Soil spectral reflectance readings were taken from soil samples in the laboratory and calibrated with results of SOC chemical analysis using regression tree modelling (CART software by Salford Systems). For mapping of SOC content classes, Landsat ETM+ satellite imagery data from two different seasons served as input variables for a simple classification tree model (CART software). To ensure applicability of the soil spectral library, soil characteristics of the study area had to be adequately represented by soil samples collected in the field. A randomized systematic sampling design made efficient sampling possible. After spectral reflectance readings had been conducted, a sub-sample set was selected, for which reference data was acquired using standard chemical laboratory procedures (in this case dry combustion on decarbonised samples in order to determine SOC contents). Another important step is the identification of outliers in the results from soil chemical analysis. Generally it is expected that predictions from VNIR data is more precise than chemical analysis. However, prediction can only be as good as the chemical reference data. Thus possible outliers in the chemical reference dataset were identified by assessing results of preliminary calibration models between VNIR data and SOC. Subsequently outlying samples were sent for repeat chemical analysis. Finally influences of heterogeneity of soils in the study area were considered. The models were validated with an independent sample set, and root mean square errors were analyzed with regard to specific soil types.

The resulting model statistics are promising for future soil degradation assessments. Results from the calibration of soil spectral reflectance data to chemical reference data, yielded for the validation set $R^2=0.71$ and $RMSEV=0.32$. Two SOC content classes were successfully mapped, with 75% of the validation samples correctly classified. An application of the model to show the spatial distribution of soil organic matter and the possible link to land use is provided.

Teilnehmerliste

Achermann, Matthias	Umwelt und Energie Kt. Luzern, Libellenrain 15, Postfach 3439, 6002 Luzern
Baumgartner-Hägi, Karin	Forstl. Ing-Büro, Burgstrasse 45, 6331 Hüneberg
Bellini, Enrico	sanu, Dufourstrasse 18, Postfach 3126, 2500 Biel 3
Boivin, Pascal	
Bono, Roland	Amt für Umweltschutz und Energie, Fachstelle Bodenschutz, Rheinstrasse 29, 4410 Liestal
Borer, Franz	Afu SO, Fachstelle Bodenschutz
Braun, Sabine	Institut für angewandte Pflanzenbiologie
Burkhardt, Michael	Eawag: Das Wasserforschungsinstitut des ETH-Bereichs
Carizzoni, Marco	GIUB, Abteilung Bodenkunde, Hallerstrasse 12, 3012 Bern
Clément, Jean-Pierre	BAFU, Sektion Boden, 3003 Bern
Cottet, Peggy	rte du Grand-Mont 33, CP 53, 1052 Le Mont
Egli, Markus	Geographisches Institut Universität Zürich, Winterthurerstr. 190, 8057 Zürich
Fischler, Michel	Jordils 1, 1000 Lausanne 6
Fitze, Peter	Aehrenweg 5, 8050 Zürich
Gasche, Thomas	Büro Thomas Gasche, Horburgstrasse 22, 4057 Basel
Germann, Peter	GIUB
Gfeller Laban, Barbara	Service de l'environnement, Rte de la Fonderie 2, 1700 Fribourg
Gobat, Jean-Michel	Institut de biologie, Rue Emila-Argand 11, 2000 Neuchâtel
Gratier, Michel	Etat de Vaud, Service des eaux, sols et assainissement, Valentin 10, 1014 Lausanne
Halter, Mirjam	WSL, Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf
Hardegger, Markus	Landw. Zentrum SG, Rheinhof, Salez
Huert, Christine	Centre for Development and Environment (CDE), Geographisches Institut, Universität Bern, Steigerhubelstrasse 3, 3008 Bern
Häusler, Stephan	Effingerstrasse 97, 3008 Bern
Havlicek, Elena	Sol & Végétation, Université de Neuchâtel, Emile Argand 11, Case postale 158, 2009 Neuchâtel
Hincapié, Ingrid	Uni Bern, Geographisches Institut, Abt. Bodenkunde
Hug, Anna-Sofia	Bodenschutzfachstelle des Kantons Luzern (uwe), Libellenrain 15, Postfach 3439, 6002 Luzern
Jauslin, Markus	Schlottermilch 4, Sursee
Kayser, Achim	Amt für Umwelt, Bahnhofstrasse 55, 8510 Frauenfeld
Keller, Armin	Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Reckenholzstrasse 191, 8046 Zürich
Knecht, Marianne	Ambio, Wildbachstrasse 46, 8008 Zürich
Knechtenhofer, Lars	Friedlipartner AG, Baumackerstrasse 24, 8050 Zürich
Kohli, Lukas	Hintermann & Weber AG
Krebs, Rolf	Hochschule Wädenswil, 8820 Wädenswil
Kretzschmar, Ruben	ETH Zürich, Institut für Biogeochemie und Schadstoffdynamik
Kündig, Claude	Bodenschutzfachstelle BE, Rütli, 3052 Zollikofen
Lange, Benjamin	WSL, Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf
Laustela, Matias	Sandgrubenstr. 23, 8330 Pfäffikon
Lüscher, Peter	WSL, Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf
Lutz, Martin	OekoBeratung und Trockenmauern, Gürbeweg 18, 3123 Belp
Mermoud, André	EPFL AA EDEN-GE, GR C1 522 (Bâtiment GR), Station 2, CH-1015 Lausanne
Merz, Andreas	Feldbergstrasse 93, 4057 Basel
Meuli, Reto	BABU GmbH, Rautistrasse 13, 8047 Zürich
Meyer, Jörg	Niutec AG, Postfach 65, 8404 Winterthur

Müller, Moritz	Schweiz. Hochschule für Landwirtschaft, Länggasse 85, 3052 Zollikofen
Muntwyler, Thomas	Abteilung für Umwelt Kt. Aargau
Näf, Nicole	BGS Geschäftsstelle, c/o Umwelt und Energie Kt. Luzern, Libellenrain 15, Postfach 3439, 6002 Luzern
Niggli, Thomas	Service Agriculture et Environnement, IAG, Grangeneuve, 1725 Posieux
Oberholzer, Hans-Rudolf	Agroscope Reckenholz-Tänikon ART
Okopnik, Françoise	BVU-Afu, Kt. Aargau,
Pazeller, Adalbert	Erlenstrasse 40 B, 8805 Richterswil
Peyer, Karl	Frymannstr. 5, 8194 Hüntwangen
Presler, Jiri	BABU GmbH, Rautistrasse 13, 8047 Zürich
Reutemann, Andreina	envico AG, Gasometerstr. 9, 8031 Zürich
Rohr, Werner	GEOTEST, Birkenstr., 3052 Zollikofen
Rossi, Marco	Via Mons. Nosedà 1a, Casella postale 239, 6834 Morbio Inferiore
Scherrer, Daniel	Hochschule Wädenswil, 8820 Wädenswil
Schmid, Guido	Amt für Umweltschutz, Lämmlibrunnenstrasse 54, 9001 St. Gallen
Schulin, Rainer	ETH Zürich, Institut f. Terrestrische Ökosysteme, CHN F 31.1, Universitätstrasse 16, 8092 Zürich
Schwartz, Dominique	
Sciacca, Stéphane	WSL, Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf
Stadelmann, Franz	Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Reckenholzstrasse 191, 8046 Zürich
Steger, Markus Christian	Fachstelle Bodenschutz Kt. ZH, Postfach, 8090 Zürich
Stettler, Matthias	Moosgasse 33, 3251 Wengi b. Büren
Sturny, Wolfgang	Bodenschutzfachstelle des Kantons Bern, Rütli, 30542 Zollikofen
Sutter, Jan	Sieber Cassina + Partner AG, Ingenieure Geologen Planer, Fliederweg 10, 3007 Bern
Taferner, André	Allgeol AG, Zürcherstrasse 200, 8406 Winterthur
Tobias, Silvia	WSL, Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf
von Känel, Christoph	Geotest AG
von Rohr, Gaby	Amt für Umwelt Kt. Solothurn
von Steiger, Berchtold	Ch de follieu 5, 1020 Renens
Wegelin, Thomas	Amt für Landschaft und Natur, Fachstelle Bodenschutz, Neumühlequai 10, Postfach, 8090 Zürich
Wegmüller, Hans Peter	Hauert HBG Dünger AG, Dorfstrasse 12, 3257 Grossaffoltern
Wolfgramm, Bettina	Centre for Development and Environment (CDE), Geographisches Institut, Universität Bern, Steigerhubelstrasse 3, 3008 Bern
Würsch, Herbert	Ricoter Erdaufbereitung AG
Zürrer, Martin	myx GmbH, Florastrasse, 8610 Uster