

# BULLETIN

# 23

---

Jahrestagung vom 18. und 19. März 1999 in Liebefeld-Bern

**Bodenschutz in der Öffentlichkeit**

Referate, Texte zu den Postern

**Tätigkeitsberichte**

## BODENKUNDLICHE GESELLSCHAFT DER SCHWEIZ

### SOCIETE SUISSE DE PEDOLOGIE

**Adresse:** Geographisches Institut der Universität Zürich (GIUZ)  
Winterthurerstrasse 190, CH-8057 Zürich

**Telefon** 01 635 51 21 oder 22 **Fax** 01 635 68 48

**E-Mail** fitze@geo.unizh.ch

**Postcheck-Konto:** BGS Bern 30-22131-0 Bern

#### **Vorstand / Comité 1999**

Präsident / Président:	F. Borer, Solothurn	032 627 24 91	E-Mail	franz.borer@vd.so.ch
Vizepräsident / Vice-président:	R. Schulin, Schlieren	01 633 60 71	E-Mail	schulini@ito.umnw.ethz.ch
Beisitzer / Assesseur:	J.-M. Gobat, Neuchâtel	032 718 23 37		Jean-Michel.Gobat@bota.unine.ch
Sekretär / Secrétaire:	P. Fitze, Zürich	01 635 51 22	E-Mail	fitze@geo.unizh.ch
Rechnungsführer / Comptable:	M. Jozic, Ebikon	041 450 26 57	E-Mail	mj@agrolab.ch

#### **Redaktion / Rédaction**

M. Müller

Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft, 3052 Zollikofen

**Telefon** 031 910 21 24/11 **Fax** 031 910 22 96/99 **E-Mail** Moritz.Mueller@shl.bfh.ch

#### **Dokumentationsstelle / Service des documents**

Landwirtschaftliche Lehrmittelzentrale LMZ, Länggasse 79, 3052 Zollikofen

**Telefon** 031 911 06 68 **Fax** 031 911 49 25

**E-Mail** lmz@pop.agri.ch **Internet** <http://combi.agri.ch/lmz>

#### **Vorsitzende der Arbeitsgruppen / Présidents des groupes de travail**

Klassifikation und Nomenklatur:	J. Presler, Zürich	01 385 29 58	E-Mail	babu_zh@datacomm.ch
Lysimeter:	J. Brändli, Zürich	01 256 91 11		
Bodenschutz und Werthaltung:	U. Vökt, Zollikofen	031 910 53 31		
Bodenerosion/Bodenkonservierung:	D. Schaub, Frick	062 865 72 52	E-Mail	daniel.schaub@fibl.ch
Bodenkartierung:	M. Knecht, Zürich	01 383 70 71	E-Mail	ambio@bluewin.ch
Reflexion/Strategie	P. Germann, Bern	031 631 38 54	E-Mail	germann@giub.unibe.ch

#### **Koordination Ausstellung und Broschüre BODEN/SOL**

U. Zihlmann, Zürich-Reckenholz 01 377 74 08 **E-Mail** Urs.Zihlmann@fal.admin.ch

**BODENKUNDLICHE GESELLSCHAFT DER SCHWEIZ**

**SOCIÉTÉ SUISSE DE PÉDOLOGIE**

**BULLETIN 23**

**1999**

Jahrestagung vom  
18. und 19. März 1999 in Liebefeld-Bern

**Bodenschutz in der Öffentlichkeit**

Referate, Texte zu den Postern

**Tätigkeitsberichte**

Schriftleitung: Moritz Müller, Zollikofen

---

ISSN 1420-6773

ISBN 3 260 05431 6

Juris Druck und Verlag  
Dietikon 1999

# Publikationen der Bodenkundlichen Gesellschaft der Schweiz

**Bestellungen, Versand:** Landw. Lehrmittelzentrale LMZ  
Länggasse 79  
3052 Zollikofen  
Tel. 031 911 06 68  
Fax 031 911 49 25  
E-Mail [lmz@pop.agri.ch](mailto:lmz@pop.agri.ch)  
Internet <http://combi.agri.ch/lmz>

**BGS-Bulletins** Preis: Fr. 15.- pro Stück ohne Porto und Verpackung

Nummer	Jahr	Bestellnummer
3	1979	970 801
5	1981	970 802
6	1982	970 803
8	1984	970 805
11	1987	970 808
12	1988	970 809
14	1990	970 811
15	1991	970 812
16	1992	970 813
17	1993	970 814
18	1994	970 815
19	1995	970 816
20	1996	970 817
21	1997	970 818
22	1998	970 819
23	1999	970 870

No. 1, 2, 4, 7, 9, 10 und 13 vergriffen

**BGS-Dokumente** Preis: Fr. 15.- (No. 9 Fr. 25.-) pro Stück ohne Porto und Verpackung

Nummer	Jahr	Thema	Bestellnummer
1 f	1984	Exploitation du gravier et agriculture	970 840
2 f	1985	Estimation et protection des sols	970 841
3 d	1986	Bodenschädigung durch den Menschen	970 822
4 d	1989	Lysimeterdaten von schweizerischen Messstationen	970 823
5 d	1994	Aktuelle Bodenforschung in der Schweiz	970 824
6 d	1995	Aktuelle Bodenforschung in der Schweiz II	970 825
7 d	1995	Aktuelle Bodenforschung in der Schweiz III	970 826
8 d	1996	Aktuelle Bodenforschung in der Schweiz IV	970 827
9 d	1999	Physikalischer Bodenschutz	970 828

No. 1 und 2 deutsch vergriffen. No. 9 französisch in Vorbereitung

## Weitere Publikationen

Exkursionsführer ISSS 1986 (Alpentransversale)	Bestellnummer	970 860
Gefährdete organische Böden der Schweiz (1982)		970 861

ISSN 1420-6773

ISBN 3 260 05431 6

Copyright: 1999 Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz

---

**Tagung vom 19. März 1999: Referate, Texte zu den Postern**

S. WEGMANN		
Medienschaffende auf den Boden bringen – Erfahrungen und Anliegen		5
A. DESAULES		
Medienbeobachtung zum Bodenschutz in der Schweiz von 1995 bis 1998 – eine Bilanz		9
C. FROMMHERZ		
Boden im Unterricht		15
K. MEYER		
Informationskampagnen zum Bodenschutz am Beispiel der WWF- Kampagne "Boden in Not"		19
C. LÜSCHER (Moderation) und H. HÄNI (Berichterstattung)		
Plenumsdiskussion "Bodenschutz in der Öffentlichkeit"		23
A. SCHNYDER, C. NIEDERBERGER, C. REUST, E. THALMANN und P. GERMANN		
Lagebericht zur aktuellen Bodennutzung in der Schweiz, ihrer Veränderungen, Auswirkungen und möglichen Entwicklungen		25
J. NIEVERGELT, H. BRUNNER und M. PETRASEK		
"Böden der Schweiz" – ein Projekt der FAL		29
U. HOINS und J.F. TOGNINA		
Langfristiges Bodenbeobachtungsnetz Graubünden		33
G. TOGNINA, M. KNECHT, F. SCHNIDER und G. RICHNER		
Regionalstudie über Schadstoffe im Kanton Graubünden		35
A. KELLER, B. VON STEIGER, and R. SCHULIN		
Monitoring Contaminated Agricultural Soils and Domestic Gardens using Mass Flux Analysis		39
A. KAYSER, R. SCHULIN, and H.R. FELIX		
Mobilization of Zn and Cd in three Swiss Soils		43
U. GEISSBUEHLER, K. WENGER und S.K. GUPTA		
Pflanzen als gefährdungsabweisende Massnahmen auf schwermetall- belasteten Landwirtschaftsböden		45
P. GULZ und S.K. GUPTA		
Arsenakkumulation verschiedener Nutzpflanzen in Nährlösung		49
M. HÄMMANN, S.K. GUPTA und K. HÄBERLI		
Beurteilung von organischen Schadstoffen im Boden – Fallbeispiel PAK		51
V. PRASUHN und M. BRAUN		
Stickstoffverluste aus der Landwirtschaft in die Gewässer und Massnahmen zu deren Verminderung		55

BODENSCHUTZFACHSTELLE BASELSTADT und BABU GMBH ZÜRICH Empfindlichkeit der Baselbieter Böden gegenüber mechanischen Belastungen	59
P. WEISSKOPF, U. ZIHLMANN, C. WIERMANN, R. HORN, T. ANKEN und E. DISERENS Einfluss der Pflugarbeit auf das Bodengefüge	63
M. BERLI, B. KULLI, W. ATTINGER, and R. SCHULIN Subsoil compaction of agricultural land by heavy construction machinery – soil mechanical aspects	67
A. BLUM, I. FLAMMER, and P. GERMANN Acoustic determination of water distribution in unsaturated soils	73
C. HITZ, R. SCHURTER, M. EGLI und P. FITZE Alpine Böden als Kohlenstoffspeicher	77
G. CUENDET, R. STÄHLI, and E. SUTER Towards a data base to interpret earthworm populations in permanent meadows	81
<b>Kurzberichte</b>	85
P. GERMANN Eindrücke und Nachteile von der IUSS-Tagung über Verdichtungen des Unterbodens in Kiel vom 24. bis 26.3.99	85
H. HÖRLER und M. GEILINGER Erlebnis Boden – eine Aktionskampagne zum Schutz des Bodens	86
<b>Jahresbericht des Präsidenten / Rapport d'activités 1998</b>	89
<b>Berichte der Arbeitsgruppen</b>	93
Klassifikation und Nomenklatur	93
Lysimeter	94
Bodenschutz und Werthaltung	95
Bodenerosion/Bodenkonservierung	95
Bodenkartierung	96
Reflexion/Strategie	97
<b>Hinweise für Autoren</b>	100

## Medienschaffende auf den Boden bringen – Erfahrungen und Anliegen

Susanne Wegmann, Wissenschaftsjournalistin, Hasenweid 3, 4600 Olten, Tel. & Fax: 062-212 64 53, E-mail: [wegmet@bluewin.ch](mailto:wegmet@bluewin.ch)

Ohne Katastrophe oder Skandal Medienschaffende für das Thema Boden zu interessieren, ist erfahrungsgemäss nicht einfach. Wie in anderen Bereichen, so spielt auch im Journalismus das Arbeitsumfeld eine wichtige Rolle. Die Erfolgchancen verbessern sich natürlich, wenn das spezielle Umfeld bekannt ist und ihm Rechnung getragen werden kann. Ich werde deshalb in einem ersten Teil dieses Umfeld etwas beschreiben, bevor ich ein paar praktische Tips zu geben versuche, die auf meiner persönlichen, gut zehnjährigen Erfahrung basieren.

### Informationsflut im Medienalltag

Information ist zwar schon immer das tägliche Brot aller Medienschaffenden gewesen. Die wachsende Informationsflut zu verdauen, wird aber auch für die «Profis» zu einer immer größeren Herausforderung. Wie sehr wir in einer Informationswelt leben, wird vor allem dann augenfällig, wenn wir ein paar Tage lang abwesend sind. Letzte Woche war ich acht Tage lang nicht in meinem Büro. Nach meiner Rückkehr habe ich einen vollen Tag lang Post sortiert, Einladungen zu Veranstaltungen gesichtet, Newsletters überflogen, E-mails gelesen und möglichst gleich auch beantwortet. Wohl verstanden, ich arbeite alleine als freischaffende Wissenschaftsjournalistin und nicht auf der Redaktion einer grossen Zeitung, in welcher alle einen Bericht zu plazieren versuchen. Die Zeitschriften und Zeitungen warten auf einer Beige noch immer darauf, dass ich sie lese. Zum Glück sind wenigstens die Zeitungen immer schneller gelesen, je älter sie werden... Natürlich hatte ich auch noch keine Zeit, um meine Favoriten unter den Homepages zu besuchen und nach Neuigkeiten abzusuchen.

Die neuen Publikationsformen tragen viel zu dieser wachsenden Informationsflut bei. Sie erst machten es möglich, dass in den letzten 50 Jahren mehr Daten erzeugt worden sind, als die Menschheit in ihrer ganzen Geschichte zuvor zu schaffen vermochte! Und die Tendenz ist dank Internet und Co. weiter steigend. Die internationale Vernetzung erlaubt es zudem, jederzeit weltweit Informationen zu fast jedem beliebigen Thema zu beschaffen.

Auf den Arbeitsalltag der Redaktionen hat dies ganz direkte Auswirkungen. Die Konkurrenz ist viel grossräumiger geworden. Wissenschaftsjournalisten zum Beispiel halten sich nun über Internet weltweit auf dem Laufenden. Es ist kein Zufall, dass die grossen Schweizer Tageszeitungen oftmals am Freitag mindestens eine Kurzmeldung über irgend eine neue Studie publizieren, die in der neusten Nummer des «Science» respektive des «Nature» praktisch am gleichen Tag erscheint. Diese beiden Publikationen veröffentlichen bereits am Tag vor Erscheinen der entsprechenden Ausgabe zumindest eine Zusammenfassung der wichtigsten Berichte auf ihrer Homepage. Damit ermöglichen sie unseren Tageszeitungen, das Neuste zu melden, noch bevor die renommierten Fachzeitschriften bei uns zu kaufen sind. So wissen wir dann auch sicher, dass wir die betreffende Ausgabe lesen müssen...

### «Schwimmhilfen» in der Informationsflut

Für die Informationslieferanten besteht die Kunst nun darin, in der Informationsflut obenauf zu schwimmen und die Aufmerksamkeit der Medienschaffenden für sich und ihre Anliegen zu gewinnen. Vier Faktoren spielen bei dieser «Schwimmhilfe» eine entscheidende Rolle:

- Immer wichtiger werden **persönliche Kontakte** zu Medienschaffenden, die sich für das Thema Boden interessieren. Dies können Kontakte zu **Wissenschaftsjournalisten** sein, die sich vor allem für neue Forschungsprojekte und -ergebnisse interessieren. Ebenso wichtig sind aber Kontakte zu den **Inland- und den Lokalredaktionen**, die sich mit politischen Aspekten im weitesten Sinn und Einzelereignissen befassen. Für den quantitativen Bodenschutz könnten auch Kontakte zu **Wirtschaftsjournalisten** wertvoll sein. Journalisten nehmen vor allem Themen auf, die ihnen in mündlicher oder schriftlicher Form zugetragen werden. Kommt der Hinweis von jemandem, den man kennt und dem man vertraut, so wird er ernster genommen und entsprechend wohlwollender aufgenommen. Qualität und Stellenwert der Information sind so auch einfacher einzuschätzen.
- An Bedeutung gewinnt auch der **lokale Bezug**. Die wachsende Zahl von Regionalradios und Regionalfernsehen etwa deuten darauf hin. Das Lokale hilft, sich mit dem Thema zu identifizieren und von der Welt-News abzusetzen. Mit «lokal» meine ich hier nicht nur eine Stadt oder eine Region. In der Welt-News kann auch die Deutschschweiz oder sogar die ganze Schweiz einen lokalen Bezug ergeben. Auf den Redaktionen entscheidet oftmals, wie gut sich der lokale Bezug mit dem eignen Verbreitungsgebiet deckt. Für die Andelfinger Zeitung zum Beispiel sieht die Definition anders aus als für den Tages-Anzeiger und für diesen anders als für das Schweizer Radio oder Fernsehen.
- Die zunehmende **Personifizierung** geht mit der Betonung des lokalen Aspekts einher. Sie ist wichtig, wenn man ein breites Publikum ansprechen will. «10 vor 10» und das «Facts» sind typische Beispiele für eine gewisse Boulevardisierung der Nachrichten, in der einzelne Personen im Zentrum der ausführlichen Berichterstattung stehen. Der «human touch» macht die Informationen in einer uns kompliziert erscheinenden Welt offensichtlich leichter verdaulich. Aber auch Tiere oder Pflanzen können allenfalls eine solche Gefühlskomponente bieten.
- Letztlich entscheidend ist in der Regel aber der **aktuelle Bezug** einer Meldung. Die Medienschaffenden brauchen immer einen sogenannten «**Aufhänger**». Diesen kann die Veröffentlichung einer Studie liefern, oder ein Projektbeginn, das Inkrafttreten eines Gesetzes respektive einer Verordnung, oder ein Ereignis wie ein grösseres Bauvorhaben. Der Bau der Erdgasleitungen im Sommerhalbjahr 1994 beispielsweise bot den nötigen Aufhänger für mehrere Berichte zum Thema physikalischer Bodenschutz.

### Der Faktor Zeit

Je brisanter die Nachricht ist, desto wichtiger wird der Faktor Zeit. Dies gilt nicht nur für Unfälle, Katastrophen, Skandale und Sensationen. Auch Hintergrundseiten werden dank der technischen Entwicklung in der Datenübermittlung und beim Druck immer aktueller. Allgemein hat der Wettlauf mit der Zeit zugenommen. Schliesslich sind brisante Primeurs besonders auflage- respektive einschaltquotenträchtig und bei den Redaktionen entsprechend gefragt. Denn sie garantieren für gute Werbeeinnahmen. Entsprechend gerne gesehen sind deshalb jene Medienschaffenden, die solche Primeurs zu liefern vermögen. Gerade hier sind die persönlichen Beziehungen der Informanten zu den Medienschaffenden aber zentral. Wo ein Vertrauensverhältnis besteht, kann allenfalls auch einmal im Voraus ein entsprechender Hinweis gegeben werden, der es dann erlaubt, trotz Zeitdruck einen fundierten, ausgewogenen Bericht zu verfassen.



Parallel zur wachsenden Informationsflut und zur Verkürzung der Produktionszeiten für die Nachrichtenmeldungen laufen auf den Redaktionen - wie anderswo auch - Sparmassnahmen: Die Budgets für freischaffende Journalisten sind überall gekürzt und zahlreiche Stellen auf den Redaktionen abgebaut worden. Möglich wurde dies nicht zuletzt auch dank vermehrter Zusammenarbeit mit anderen Publikationen und Sendern. Dies betrifft vor allem die überregionalen Teile respektive die weniger fachspezifischen Bereiche der Publikationen. Von Redaktoren und Redaktorinnen wird erwartet, dass sie ein immer breiteres Themenspektrum bearbeiten, mehr Artikel und in kürzerer Zeit schreiben. So erstaunt es nicht, dass Journalisten nicht nur immer weniger Zeit für eigene Recherchen, für einen Augenschein vor Ort, für die Teilnahme an Veranstaltungen und für Rückfragen haben. Auch zum Lesen, ja sogar zum Schreiben wird die Zeit immer knapper.

Dieser Druck verhilft «pfannenfertigen» respektive druck- oder sendereifen Berichten zu wachsender Popularität. Wer über ein entsprechendes Budget verfügt, kann beispielsweise freischaffenden Journalisten Recherche und Schreiben bezahlen. Diese bieten dann ihre Berichte den Redaktionen an und können sich mit einem Sackgeld zufrieden geben. Für die Redaktionen hat dies natürlich den Vorteil, dass sie ohne grossen Aufwand zu fundierten Berichten kommen. Was dies für den unabhängigen Journalismus bedeutet, braucht wohl nicht weiter ausgeführt zu werden.

Auch druckreife, informative Presstexte sind zunehmend beliebt. Hier hat der aktuelle Bezug jedoch besonderes Gewicht. Ein passendes Grossereignis, das den Medien gute Werbeeinnahmen verspricht, bietet hier die besten Erfolgchancen für eine Veröffentlichung. Automobilsalon und Baumesse sind gute Beispiele dafür. Die zahlreichen Zeitungsbeilagen und Sondersendungen wollen ja ohne grossen Arbeitsaufwand mit passenden Berichten gefüllt sein. Für den Boden lohnen könnte es sich, im Beilagenverzeichnis «Info-Circle» zu blättern, das zweimal jährlich zum Schweizer PR- und Medienverzeichnis erscheint. Hier lässt sich nachschlagen, welche Publikationen eine Beilage zu Themen wie Frühling, Freizeit, Hobby, Natur und Umweltschutz geplant haben und wann diese erscheinen wird. Dies hilft, gezielt einen Hintergrundbericht zum Beispiel im Zusammenhang mit dem Gärtnern zu platzieren.

### **Information richtig anbieten**

Ob in schriftlicher Form als Presstext oder mündlich im Telefongespräch, bei der ersten Kontaktaufnahme gefragt ist immer zuerst die gezielte und prägnante Information in einer auch für Laien verständlichen Sprache. Nicht nur ist kaum ein Journalist ein Bodenspezialist und versichert ihn deshalb das Fachchinesisch. Eine schwer verständliche, Erstinformation signalisiert immer auch Mehraufwand für die Bearbeitung eines allfälligen Berichtes, bis die Nachricht an ein breites Publikum angepasst ist.

Im Gespräch oder im zugeschickten Text sollen die Medienschaffenden möglichst rasch eine Antwort auf folgende vier Punkte erhalten:

1. **Worum geht es?**
2. **Welches ist die wichtigste Aussage?**
3. **Was ist der aktuelle Bezug?**
4. **Welches ist der lokale Bezug?**

Sich selber diese Fragen bereits vor dem Gespräch mit Journalisten zu beantworten, hilft abzuschätzen, ob das Thema überhaupt auf Interesse stossen wird oder ob sich eine andere Publikation besser eignen würde. So zeigt sich auch, unter welchem Titel der Bericht erscheinen

soll, auf der Wissenschaftsseite oder im lokalen Teil zum Beispiel. Dies hilft zudem, die Geschichte gut «zu verkaufen». Denn aus diesen Angaben versuchen die Journalisten folgende drei Punkte abzuschätzen:

- Erstens ob die Information für die Leserschaft, die Zuhörerinnen respektive die Zuschauer **relevant** ist. Schadstoffe in Lebensmitteln und Trinkwasser als Folge von Bodenbelastungen zum Beispiel sind das bestimmt, zumindest in der betroffenen Region.
- Zweitens soll rasch ersichtlich werden, wie gross der **Nachrichtenwert** der Information ist, das heisst wie neu oder überraschend die Hautaussage ist. Jedes Thema, auch das medienwirksamste, nutzt sich mit der Zeit aber ab. Mit jeder Publikation nimmt der Nachrichtenwert etwas ab. Wer nicht Neues, sondern immer wieder «Aufgewärmtes» in Variationen anbietet, wird auf den Redaktionen bald als lästig empfunden. Er hat entsprechend kleinere Chancen, mit seinem Anliegen auf Interesse zu stossen, selbst wenn es dann einmal wirklich etwas Neues ist. Es lohnt sich deshalb, nur dann aktiv zu werden, wenn man wirklich etwas Neues anzubieten hat.
- Drittens wachsen die Chancen in der Regel auch dann, wenn klar wird, dass sich ein Bericht gut **personifizieren** und leicht mit **Bildern illustrieren** lässt. Vor allem für einen längeren Bericht ist dies wichtig. Aber auch bei Themen, die auf den ersten Blick abstrakt wirken, kann es helfen, wenn den Journalisten rasch aufgezeigt wird, wie sie das Thema anschaulich wiedergeben können.

### Der besondere Reiz des Bodens

Dies alles ist natürlich nicht bodenspezifisch. Auch nicht, dass vieles von Zufällen und persönlichen Interessen der einzelnen Medienschaffenden abhängt. Was mich selber am Thema Boden immer wieder von Neuem fasziniert, ist das komplexe Zusammenspiel der vielen Bodenlebewesen und die vielen Unbekannten darin. Besonders deutlich vor Augen geführt hat mir dies die «Werbeveranstaltung», die die Bodenschutzfachstelle des Kantons Solothurn 1990 im Rahmen eines Informationsseminars zum Thema Umweltschutz für die kantonalen Parlamentarier und Parlamentarierinnen präsentiert hat. «Werbung» deshalb, weil der sehr anschauliche und engagiert präsentierte Vortrag meine Gefühle für den Boden als etwas Wertvolles und Schützenswertes nachhaltig zu beeinflussen vermochte.

Ich bin sicher, dass sich einige meiner Berufskollegen und Kolleginnen ebenso für das Leben im Boden und das viele Unentdeckte unter unseren Füssen interessieren lassen. Vielleicht wissen sie nur zu wenig darum, weil sie bisher noch niemand darauf aufmerksam gemacht hat. Ich wünschte mir deshalb weitere «Werbeveranstaltungen» für den Boden wie damals in Solothurn.

Den sprachbewussten Journalisten bieten auch die Symbolik des Bodens und die zahlreichen bildlichen Begriffe einiges. Ein Vorteil ist auch die Vielseitigkeit der Fragestellungen. Sie verhindert, dass sich das Thema Boden als ganzes all zu rasch abnützt. Der Boden hat meines Erachtens deshalb gute Chancen, einen festen Platz in der Berichterstattung zu erobern. Die Informationsflut und der Arbeitsdruck auf den Redaktionen bedingen aber zunehmend, dass die interessanten und spannenden Themen von Ihnen als Fachpersonen aktiv an die Medienschaffenden heran getragen werden. Da in den letzten Monaten das Thema Boden etwas aus den Schlagzeilen verschwunden ist, wäre gerade jetzt ein guter Moment, mit neuen, spannenden Vorschlägen an die Redaktionen heranzutreten!

# Medienbeobachtung zum Bodenschutz in der Schweiz von 1995 bis 1998 – Eine Bilanz

A. Desaulles

Edgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL),  
Institut für Umweltschutz und Landwirtschaft (IUL), 3003 Bern

## Résumé

La protection des sols vue par les médias – quelles conclusions tirer de ces quatre années d'observation?

1. Comparée au bruit, la protection des sols est aussi bien représentée dans les médias. Ce n'est donc pas parce qu'un problème environnemental est directement perceptible par les sens qu'il peut s'assurer une large couverture médiatique.
2. Proportionnellement aux dépenses allouées aux différentes disciplines de la protection de l'environnement, ce sont les sols qui sont le plus repris par les médias.
3. Lorsqu'ils traitent des sols, les médias s'intéressent surtout aux contaminations chimiques.
4. Au court terme, ce sont les pollutions locales qui attirent le plus les médias, essentiellement si elles impliquent des coûts élevés ou sont susceptibles de déclencher un scandale ou faire sensation.
5. A long terme, les campagnes publicitaires dans les médias sont efficaces et elles représentent en outre un potentiel de formation de l'opinion non négligeable.
6. L'information passe essentiellement à travers les médias locaux et régionaux, de Suisse alémanique et se concentre sur 5 cantons.
7. A ce jour, il n'existe pas de véritable politique d'information sur la protection des sols, que ce soit à la Confédération ou dans les cantons.

Si l'on peut tirer un bilan plus général des présentes conclusions, c'est qu'elles peuvent servir de base à l'élaboration future d'une politique d'information dans les médias sur la protection des sols.

## 1. Einleitung und Motivation

Der Einfluss der Medien in Öffentlichkeit und Politik ist heute beinahe allgegenwärtig. Die Medien nehmen in der Bewusstseins- und Meinungsbildung eine Schlüsselstellung ein. Wer von der Öffentlichkeit und der Politik abhängig ist und diese informieren oder gar beeinflussen will, muss in den Medien nachhaltig präsent sein. Diese Gründe sind hinreichend, auch dem Bodenschutz als öffentliche Aufgabe einen Medienspiegel vorzuhalten und aus dem Spiegelbild die entsprechenden Schlüsse und Lehren zu ziehen. Leider wird die Medienpräsenz auch zunehmend als Indikator für die gesellschaftliche Bedeutung und Mittelzuteilung missbraucht. Ein erfolgreicher Umgang mit den Medien wird deshalb auch im öffentlichen Bereich für das ökonomische Überleben immer wichtiger.

An unseren ersten Medienspiegel (Desaulles 1996) hatten wir die Hoffnung geknüpft, eine nützliche Grundlage für die Ausrichtung der künftigen Öffentlichkeitsarbeit im Bereich Bodenschutz bereitzustellen, die einer nachhaltig fruchtbaren Zusammenarbeit mit den Medien dienen sollte. Vorwiegend mangelnde Kooperation und ökonomische Gründe waren es schliesslich, welche uns bewogen, nach vier Jahren die Medienbeobachtung einzustellen. In diesem Artikel soll eine Bilanz gezogen werden, die nicht abschliessend sein kann, aber trotzdem allgemeine Mechanismen der Berichterstattung zum Bodenschutz aufzeigen soll.

## 2. Vorgehen und Qualität

Für die Auswertung der Medienpräsenz der verschiedenen Umweltbereiche wurde auf das Medienarchiv OekoDok ([www.oekomedia.org](http://www.oekomedia.org)) der Firma Ökomedia in Basel zurückgegriffen. Die Ergebnisse stammen aus über 120 verschiedenen Medienprodukten und haben indikativen Charakter.

Mit der Medienbeobachtung zum qualitativen Bodenschutz in der Schweiz war die Firma ARGUS der Presse AG beauftragt. Der Auftrag umfasste die Themen (1) Bodenschutz allgemein, (2) Bodenverschmutzung/Schadstoffe im Boden (inkl. einzelne Unfälle), (3) Bodenverdichtung, (4) Bodenerosion und ab 1997 zusätzlich (5) Bodensanierung/-dekontamination. Das Leseprogramm von ARGUS umfasst über 2'000 Printmedien, dazu kommen Aufzeichnungen von 6 TV- und 16 Radioprogrammen. Diese werden nach mehr als 13'000 Auftragsthemen abgesucht, und zwar bearbeitet jedes Lektorat sämtliche Themen (!) für eine beschränkte Anzahl Medienerzeugnisse. Die angegebene durchschnittliche Trefferquote von 85 % soll sich nur unter aktiver Mithilfe der Auftraggeber in Form von Rückmeldungen erreichen lassen. Unsere Erfahrung war, dass sich die Anzahl Fehlmeldungen durch konsequente Rückmeldung tatsächlich drastisch reduzieren lässt. Die wiederholten Aufrufe an die Bodenschutzfachstellen, uns Medienbeiträge aus ihrem Umfeld zuzustellen, blieben leider weitgehend unbeachtet, so dass eine zuverlässige Kontrolle über die Vollständigkeit der zugestellten Beiträge nicht gewährleistet ist.

### 3 Ergebnisse und Diskussion

#### 3.1 Medienpräsenz, Ausgaben und Risiken von Umweltbereichen

In Tab. 1 sind die Anteile der Medienberichte verschiedener Umweltbereiche aufgeführt.

Tab. 1: Medienberichte nach Umweltbereichen

Umweltbereiche	Medienberichte				
	1995	1996	1997	1998	95-98
Boden	11 %	14 %	9 %	10 %	11 %
Abfall	30 %	30 %	50 %	46 %	39 %
Wasser	25 %	22 %	14 %	15 %	19 %
Luft	23 %	22 %	17 %	19 %	20 %
Lärm	11 %	12 %	10 %	10 %	11 %
Total	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
n	393	650	658	451	2152

Für den Bodenschutz liegt der jährliche Anteil mit wenig Veränderungen um 11 %, ähnlich wie für den Lärm, obwohl dieser doch unmittelbar wahrnehmbar ist und deshalb eine höhere Medienpräsenz erwartet würde. Auffällig dominant ist der Abfall mit einer zusätzlichen gewaltigen Steigerung ab 1997. Der Bereich Luft ist zeitlich etwa konstant vertreten, während der Wasserbereich tendenziell abnimmt. Die Ergebnisse werden aber teilweise auch durch die Ausdehnung und Verschiebung der Beobachtungsbereiche beeinflusst. Seit 1997 ist z.B. der Medienanteil über Umwelttechnik stark angestiegen, was sich bestimmt auf den Abfallbereich ausgewirkt hat. Interessant ist ein Vergleich mit den Ausgaben nach Umweltbereichen (Fig. 1), die in dieser Art erstmals für 1992/93 vorliegen und sich auf rund 6 Mia. Fr. bezifferten (BFS 1996). Dies entspricht ungefähr 1.7 % des Bruttoinlandproduktes.

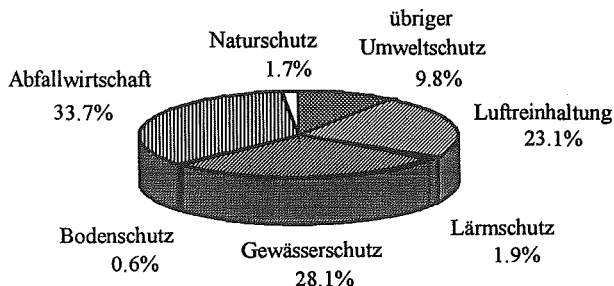


Fig. 1: Ausgaben nach Umweltbereichen (1992/93 ca. 6 Mia. Fr.)

Die Ausgabenverteilung wird auf Kosten der vorsorgenden Umweltbereiche durch die nachsorgenden Bereiche mit kapitalaufwendiger Umwelttechnik dominiert. Allein über 80 % der Ausgaben werden durch die Bereiche Abfall, Gewässerschutz und Luftreinhaltung verschlungen. Im Verhältnis zu den Umweltausgaben hat der Bodenschutz weitaus die grösste Medienpräsenz. Im Rahmen einer Priorisierung der Umweltrisiken im Kanton Solothurn (AFU 1996) kam das beauftragte Expertengremium zum Schluss, dass von acht betrachteten Schutzgütern der Boden Rang drei einnimmt, noch vor dem Wasser und der Luft. Dabei wird auf die Zusammenhänge zwischen den Schutzgütern hingewiesen. Einerseits vermindern Gewässer- und Luftreinhaltbemühungen die Schadstoffimmissionen in Böden, andererseits belasten sie diese wiederum mit Abfallprodukten in Form von Klärschlamm und anderen Abfalldüngern. Während mit Ausnahme des Bodenschutzes eine enge Beziehung zwischen Medienpräsenz und Ausgaben besteht, ist diese in Bezug auf die Priorität der Umweltrisiken nicht gegeben.

### 3.2 Bodenschutzthemen und Belastungsquellen

Die nach Bodenschutzthemen gegliederten Anteile der erfassten Medienberichte sind in Tab. 2 aufgeführt.

Tab. 2: Medienberichte nach Bodenschutzthemen

Bodenschutzthemen	Medienberichte				
	1995	1996	1997	1998	95-98
Bodenschutz allgemein (Übersichten, Konzepte)	14 %	27 %	10 %	13 %	16 %
Bodenbeobachtung (NABO, KABO)	4 %	6 %	6 %	6 %	5 %
Bodenverschmutzung / Schadstoffe im Boden	75 %	22 %	59 %	64 %	55 %
Bodensanierung	-	43 %	19 %	12 %	18 %
Bodenverdichtung	6 %	2 %	6 %	6 %	5 %
Bodenerosion	1 %	-	-	1 %	1 %
Total	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
n	151	356	247	272	1026

Augenfällig ist der überwiegende Anteil Berichte über chemische Belastungen oder deren Sanierung. Die bodenphysikalischen Themen Verdichtung und Erosion sind (noch) kaum vertreten. Mit dem Inkrafttreten der „Verordnung über Belastungen des Bodens“ (VBBo) im Oktober 1998, die neu auch physikalische Belastungen berücksichtigt, dürfte sich künftig eine Veränderung abzeichnen. Berichte zur Bodensanierung wurden im ersten Jahr unter dem Thema Bodenverschmutzung erfasst. Dies erklärt die scheinbar geringere Medienpräsenz zur Bodenverschmutzung in den folgenden Jahren. Eine Schwierigkeit war bis 1997 auch das wenig konsequente Ausschliessen von Berichten über Altlasten, welche die früheren Ergebnisse stark beeinflussen. Bemerkenswert ist schliesslich 1996 der relativ hohe Anteil zum Bodenschutz allgemein, der auf die WWF-Kampagne „Boden in Not“ zurückzuführen ist. Werden die Medienberichte nach Belastungsquellen aufgeschlüsselt, ergibt sich das in Tabelle 3 dargestellte Bild. Im Mai 1995 sind im Kanton St. Gallen fünf Rinder nach dem Beweiden eines Kugelfangs an einer Bleivergiftung verendet. Dies führte zu einer grossen Medienpräsenz, die 1996 wieder abklang. In der Folge wurden landesweit zahlreiche Schiessstände untersucht, was 1997 wiederum zu einem hohen Berichtanteil führte, der nun langsam zurückgeht. Ohnegleichen ist die Medienaufmerksamkeit, welche unter der Rubrik Gewerbe und Industrie 1998 der Quecksilberverschmutzung der Firma „Bio-dépollution“ in Yverdon zuteil wurde. Die an sich peinliche Affäre einer Verschmutzung durch eine Sanierungsfirma wurde durch die Medien weiter zu einem Verwaltungsskandal aufgeblasen. Stets aktuell sind Berichte über Altlasten und Deponien, wahrscheinlich weil damit eine klare Lokalisierung und hohe Sanierungskosten verbunden sind. Allerdings ist die Abgrenzung gegenüber der Gewässerschutz- und Abfallproblematik oft unscharf. Die etwas höheren Berichtanteile der Belastungsquelle Nutzung von 1995 bis 1997 werden der BUWAL-Kampagne „Gesunde Gärten“ zugeschrieben.

Tab. 3: Medienberichte nach Belastungsquellen

Belastungsquellen	Medienberichte				
	1995	1996	1997	1998	95-98
Schiessanlagen und -plätze	23 %	3 %	28 %	12 %	16 %
Gewerbe / Industrie	1 %	4 %	9 %	34 %	12 %
Verbrennungsanlagen	2 %	-	-	-	1 %
Alllasten / Deponien	29 %	40 %	9 %	22 %	25 %
Nutzung (Gartenbau, Landwirtschaft, usw.)	9 %	10 %	8 %	1 %	7 %
Verkehr (Strasse, Schiene, Luft)	2 %	1 %	2 %	-	1 %
Unfälle	5 %	3 %	-	1 %	2 %
Gasleitungsbau	2 %	1 %	1 %	2 %	2 %
Andere Belastungsquellen	2 %	3 %	2 %	1 %	2 %
Keine spezifizierte Belastungsquelle	25 %	35 %	40 %	27 %	32 %
Total	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
n	151	356	247	272	1026

### 3.3 Medienkanäle und Sprachanteile

Die Zusammenstellung der Beiträge nach Medienkanälen in Tabelle 4 zeigt, dass diese überwiegend regional und lokal verbreitet werden.

Tab. 4: Beiträge zum Bodenschutz nach Medienkanälen

Medienkanäle	Medienberichte				
	1995	1996	1997	1998	95-98
Zeitungen und Zeitschriften:					
- landesweit	13 %	16 %	11 %	8 %	12 %
- regional	35 %	29 %	33 %	26 %	31 %
- lokal	23 %	30 %	27 %	43 %	31 %
Fachzeitschriften	13 %	10 %	14 %	7 %	11 %
Radio:					
- landesweit	1 %	3 %	1 %	3 %	2 %
- regional	5 %	3 %	6 %	4 %	5 %
- lokal	2 %	-	-	1 %	1 %
Fernsehen	5 %	5 %	6 %	6 %	5 %
Teletext	2 %	4 %	3 %	1 %	2 %
Total	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
n	151	356	247	272	1026

Bei der Gliederung der Medienberichte nach Sprachanteilen in Tabelle 5 kommt die krasse deutschsprachige Übervertretung zum Ausdruck. Diese wird einzig 1998 durch die französischsprachige Berichterstattung zum Fall „Bio-dépollution“ in Yverdon durchbrochen.

Tab. 5: Sprachanteile der Medienberichte zum Bodenschutz

Sprachanteile	Medienberichte				
	1995	1996	1997	1998	95-99
Deutsch (70 %)	95 %	88 %	90 %	63 %	84 %
Französisch (21 %)	4 %	6 %	8 %	35 %	13 %
Italienisch (9 %)	1 %	6 %	2 %	3 %	3 %
Total (100%)	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
n	151	356	247	272	1026

### 3.4 Medienereignisse auf Bundes- und Kantonebene

Tab. 6 rekapituliert die bisher aufgeführten Bodenschutzereignisse in ihrem geographischen Kontext auf Bundes- und Kantonebene.

Tab. 6: Medienberichte nach Ereignisort auf Bundes- und Kantonebene

Ereignisorte	Medienberichte				
	1995	1996	1997	1998	95-98
CH Schweiz	33 %	49 %	53 %	21 %	39 %
AG Kanton Aargau	9 %	4 %	2 %	9 %	6 %
AI Kanton Appenzell Ausserrhoden	-	1 %	-	-	-
AR Kanton Appenzell Innerrhoden	1 %	-	-	-	-
BS Kanton Baselstadt	5 %	3 %	-	-	2 %
BL Kanton Baselland	-	-	7 %	6 %	3 %
BE Kanton Bern	1 %	6 %	13 %	7 %	7 %
FR Kanton Freiburg	1 %	-	-	2 %	1 %
GL Kanton Glarus	-	0.3 %	0.4 %	-	-
GR Kanton Graubünden	1 %	0.3 %	-	1 %	-
JU Kanton Jura	-	0.3 %	-	-	-
LU Kanton Luzern	-	0.3 %	2 %	2 %	1 %
NW Kanton Nidwalden	1 %	-	-	-	-
OW Kanton Obwalden	-	0.3 %	-	-	-
SH Kanton Schaffhausen	-	1 %	0.4 %	1 %	-
SZ Kanton Schwyz	-	2 %	-	1 %	1 %
SO Kanton Solothurn	3 %	1 %	13 %	4 %	5 %
SG Kanton St. Gallen	20 %	11 %	5 %	5 %	10 %
TI Kanton Tessin	3 %	2 %	0.4 %	1 %	2 %
TG Kanton Thurgau	-	4 %	-	1 %	1 %
UR Kanton Uri	-	1 %	-	-	-
VD Kanton Waadt	-	-	-	32 %	8 %
VS Kanton Wallis	4 %	1 %	-	-	1 %
ZG Kanton Zug	3 %	-	-	1 %	1 %
ZH Kanton Zürich	14 %	9 %	4 %	6 %	9 %
Andere regionale Gliederung	4 %	6 %	-	3 %	3 %
<b>Total</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>	<b>100 %</b>
n	151	356	247	272	1026

Auf Bundesebene betrifft die landesweite oder überkantonale Berichterstattung 1995 und 1997 vor allem Bodenbelastungen durch den Schiessbetrieb, das Thema Bodensanierung sowie 1996 die WWF-Kampagne „Boden in Not“. Bemerkenswert ist, dass zur Vernehmlichung und Inkraftsetzung der VBBo 1998 nur gerade 6 Medienberichte gefunden wurden. Auf kantonalen Ebene überragt die Berichterstattung der Kantone Aargau, Bern, Solothurn, St. Gallen, Zürich und 1998 des Kantons Waadt aufgrund der Affäre „Bio-dépollution“ in Yverdon. Letzterer ist ein Hinweis dafür, dass spezifische Belastungsereignisse die Medienpräsenz steigern können. Weitere Beispiele dazu sind die Berichtanteile von 1995 für den Kanton St.Gallen über Schiessanlagen aufgrund des Todes von fünf Rindern, oder 1997 die Berichterstattung über die Bodenverschmutzung Witzwil durch Kehrichtdeponie im Kanton Bern. Andererseits führen auch gezielte Medienkampagnen zu einer oft länger anhaltenden Berichterstattung, wie beispielsweise im Kanton Aargau die Aktion „Gesunde Gärten“. Starke zeitliche Einbrüche der Medienpräsenz sind ein Hinweis für das Fehlen einer nachhaltigen Medienstrategie.

#### **4. Fazit: Mythen und Realität zum Bodenschutz in den Medien**

Aus den vier Jahren Medienbeobachtung zum Bodenschutz lassen sich soweit folgende Schlüsse ziehen:

1. Der Umweltbereich Boden ist in den Medien gleich vertreten wie der Lärm. Die unmittelbare Wahrnehmung von Umweltproblemen ist also kein Garant für eine erhöhte Medienpräsenz.
2. Gemessen an den Ausgaben für die Umweltbereiche weist der Boden weitaus die grösste Medienpräsenz auf.
3. Für den Bereich Boden dominieren in den Medien klar chemische Belastungen.
4. Kurzfristig am medienwirksamsten sind lokale Bodenbelastungen, besonders wenn damit hohe Kosten, eine Sensation oder ein Skandal verbunden werden.
5. Medienkampagnen wirken längerfristig und haben einen höheren Bildungswert.
6. Die Berichterstattung erfolgt weitgehend über regionale und lokale Medienkanäle in deutscher Sprache und konzentriert sich auf fünf Kantone.
7. Weder der Bund noch die Kantone betreiben bisher eine professionell ausgerichtete Medienstrategie zum Bodenschutz.

Falls die gezogenen Schlüsse verallgemeinert werden können, lassen sich daraus Lehren für die zukünftige Ausrichtung der Medienarbeit im Bodenschutz ableiten.

#### **Literatur**

- AFU, 1996: Umwelt-Risiko-Bewertung für den Kanton Solothurn. Berichte Nr. 25. Amt für Umweltschutz (Hrsg.), 4509 Solothurn.
- BFS, 1996: Umweltausgaben und -investitionen in der Schweiz 1992/93 – Ergebnisse einer Pilotstudie. Bundesamt für Statistik (BFS) (Hrsg.), CH-3003 Bern.
- Desaules, A., 1996: Medienspiegel Bodenschutz 1995. Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL), Institut für Umweltschutz und Landwirtschaft (IUL), 3003 Bern. 19 S.
- Desaules, A., 1997: Medienspiegel Bodenschutz 1996 – Mit Rückblick auf 1995. Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL), Institut für Umweltschutz und Landwirtschaft (IUL), 3003 Bern. 21 S.
- Desaules, A., 1998: Medienspiegel Bodenschutz 1997 – Mit Rückblick auf 1996. Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL), Institut für Umweltschutz und Landwirtschaft (IUL), 3003 Bern. 19 S.
- Perret, S. & Desaules, A., 1999: Medienspiegel Bodenschutz 1998 – Mit Rückblick auf 1997. Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL), Institut für Umweltschutz und Landwirtschaft (IUL), 3003 Bern. 19 S.

#### **Dank**

Der Autor dankt den zuständigen Personen im Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) für die Finanzierung des Medienbeobachtungsauftrages an die Firma ARGUS der Presse AG.



## **BODEN IM UNTERRICHT**

Christoph Frommherz  
Stiftung Umweltbildung Schweiz, Rebbergstrasse 5, 4800 Zofingen

### **1. Rahmenbedingungen für „Boden als Unterrichtsthema“**

#### **1.1. ...vom Thema her betrachtet**

Da Boden ausser in städtischen Gebieten fast überall gut verfügbar ist ergeben sich vielfältige methodische Zugänge. Boden muss nicht theoretisch vermittelt werden, sondern kann im Praktikum, auf dem Erlebnispfad, während der Schulreise, im Schulgarten etc. sehr direkt erfahren und vermittelt werden. Das Thema Boden ist zudem äusserst vielfältig und die verschiedenen Aspekte können i.d.R. auf anschauliche, interessante und verständliche Weise dargestellt werden. Ein Thema, welches wie geschaffen scheint für den Unterricht.

#### **1.2. ...von den Lehrplänen her betrachtet**

In den meisten Lehrplänen hat das Thema nur am Rande Eingang gefunden. Wie das Beispiel des Berner Lehrplans zeigt sind zwar viele Bezüge möglich aber das Thema selber wird explizit nur sehr selten erwähnt. Relativ prominent wird das Thema im Lehrplan der innerschweizer Kantone behandelt. In der 9. Klasse sind 9 Wochen à 3 Schulstunden reserviert. Was wirklich gemacht wird, steht allerdings auf einem anderen Blatt. Denn moderne Lehrpläne lassen dem Lehrer/der Lehrerin viele Freiheiten: fast alles ist möglich, nur wenig verbindlich. Der innerschweizer Lehrplan ist da eher eine Ausnahme. Für den Boden dürfte zudem auch gelten, was für alle weiteren Umweltbildungsthemen gilt: Der Umweltbildung ist es bisher nicht gelungen, verbindlich geltende Inhalte festzulegen. So ist es zum Beispiel möglich, die Thematik Boden auf der reinen Sachebene und ohne Vernetzung zur Wirklichkeit, zum Alltag abzuhandeln, wie es aus Sicht der Umweltbildung nötig wäre.

#### **1.3. ... von den Lehrpersonen her betrachtet**

Die Vielfältigkeit des Themas Boden, in welches alle Naturelemente hineinspielen, ist zugleich auch das grösste Hindernis. Vielfältigkeit erschwert die Übersicht und damit die Auswahl. Sie bedeutet auch Komplexität und verursacht so Berührungsängste und grossen Vorbereitungsaufwand. Wenn man mit Lehrpersonen spricht, sind das häufig genannte Gründe, warum das Thema Boden noch keinen gebührenden Einzug in ihren Unterricht gefunden hat. Ganz abgesehen davon, dass das Thema Boden in grosser Konkurrenz zu anderen Themen um die zur Verfügung stehende Unterrichtszeit steht.

#### **1.4. ... vom gesellschaftlichen Umfeld her betrachtet**

Hier muss festgestellt werden, dass zurzeit der Rückenwind durch die Sensibilisierung auf Umweltthemen fehlt. Für das Thema Boden

kommt noch erschwerend dazu, dass Boden mit "Dreck" negativ assoziiert ist. "Mach dich nicht dreckig" wird Kindern nur allzu oft vorgehalten und so der natürliche Umgang mit Boden erschwert.

## 2. Hilfsmittel und Impulse

### 2.1. Unterrichtshilfsmittel

Im Rahmen einer Projektarbeit für das BUWAL wurde unter anderem der Inhalt von 6 pädagogischen Koffern untersucht. Es zeigte sich, dass einige Materialien vorhanden sind, welche Aufnahme in die Koffer gefunden haben: z.B. 20 Grundgebücher für Vorbereitung und Hintergrundwissen des Lehrers, 14 eigentliche Unterrichtshilfsmittel, Videos, Spiele, Bilderbücher etc. Allerdings befinden sich darunter lediglich 2 offizielle Lehrmittel. Jenes für die innerschweizer Kantone sowie Bioindikation vom Zürcher Lehrmittelverlag. Dies widerspiegelt wiederum die Randständigkeit des Themas in den Lehrplänen der meisten Kantone.

### 2.2. Lernorte

Neben Lehrmittel sind zur Vermittlung des Themas Boden auch ausserschulische Lernorte von Bedeutung:

- *Erlebnispfade*  
Z.B. jener des landwirtschaftlichen Zentrums Ebenrain, welcher 1998 eröffnet wurde und in diesem Jahr von mindestens 30 Schulklassen aktiv begangen wurde. Hier wird Boden sehr direkt erlebt- und spürbar, z.B. barfuss mit verbundenen Augen oder beim Zeichnen eines Bodenprofils. Daneben gibt es handfeste Informationen zum Thema.
- *Bodentage*  
werden im Naturhaus Allmend der Stadt Zürich und bei der Erlebnisschule Luzern durchgeführt. Hier können mit Schulklassen ähnliche Erlebnisse und Erfahrungen gemacht werden, wie auf dem Erlebnispfad.
- *Der Schulgarten*  
Im Schulgarten wird Boden sehr direkt und in Verbindung mit seiner wichtigsten Aufgabe erlebt. Nichts bietet wohl einen nachhaltigeren Eindruck, wie den Boden selber zu bepflanzen und ihn und die Pflanze mit Nahrung in Form von Kompost zu versehen. Schulgärten sind in den vergangenen Jahren leider eher seltener geworden. Es gibt aber auch neue Impulse. Im Kanton Luzern startet zum Beispiel ein Schulgartenprojekt, bei welchem Lehrer durch schulexterne Berater bei der Umsetzung unterstützt werden. Die Stiftung Umweltbildung Schweiz ist zudem bemüht, die Schulgartenidee wieder zu beleben und Bestrebungen dazu gesamtschweizerisch zu koordinieren.
- *Boden und Internet*  
Im Rahmen des Globe-Programms werden von Schulen weltweit Umweltdaten gesammelt und zu Übersichtsdarstellungen verarbeitet, auch zum Thema Boden. Die Erfassung und Verarbeitung geschieht dabei via Internet. Auch die Schweiz ist seit letztem Jahr mit 15 Schulen daran beteiligt, wobei eine Klasse das Thema Boden behandelt.

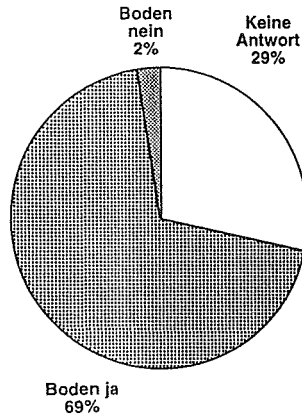
- **Boden ganz einfach**

Kinder brauchen all diese Anregungen und Impulse gar nicht, denn sie haben das Bedürfnis und setzen sich liebend gerne mit dem Boden auseinander. Sei es im Sandkasten oder beim Bauen von Erdlöchern oder Essen von Erde.

### 3. Boden im Unterricht

Wie sieht es nun im Unterricht aus? Ein einheitliches Bild zu zeichnen fällt schwer, da entsprechende Untersuchungen über alle Schulstufen fehlen. Einerseits "höre man immer wieder von den Berührungsängsten", welche bereits geschildert wurden, andererseits kommt Prof. Sticher von der ETH Zürich in einer Untersuchung auf der Stufe Gymnasium zu recht erfreulichen Resultaten wie die nebenstehende Grafik verdeutlicht:

**Rücklauf der Fragebogen  
(42 befragte Schulen)**



### 4. Fazit

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sich Boden an und für sich als interessantes Thema für den Unterricht bestens eignet. Dies haben offensichtlich auch Lehrerinnen und Lehrer der Gymnasialstufe realisiert. Auf der Volksschulstufe scheinen die Berührungsängste hingegen erheblich zu sein, zudem besteht grosse Konkurrenz zu anderen Themen. Das Thema dürfte daher - wenn überhaupt - wohl eher am Rande - entsprechend den Vorgaben der meisten Lehrpläne - behandelt werden. In dieser Situation scheint es besonders wichtig zu sein, dass immer wieder Impulse von aussen, von Umwelt- oder Bodenschutzseite her erfolgen.

### 5. Projekt BUWAL

Ein solcher Impuls wird zur Zeit von der Stiftung Umweltbildung Schweiz im Auftrag des BUWAL im Rahmen eines Grobkonzepts vorbereitet. Es handelt sich dabei um ein Unterrichtshilfsmittel, welches die Lehrerin, den Lehrer möglichst optimal bei der Vorbereitung des Unterrichts unterstützen will. Gleichzeitig wird in Abstimmung mit Didaktischen Zentren und der Lehrerfortbildung die Einführung in den Schulunterricht geplant. Auch hier gilt, nur steter Tropfen höhlt den Stein.



## Informationskampagnen zum Bodenschutz am Beispiel der WWF-Kampagne "Boden in Not"

Konrad Meyer

Leitung der WWF Bodenkampagne 1995-96

Adresse: Lureiweg 2, 8008 Zürich, E-Mail: [kmeyer@bluewin.ch](mailto:kmeyer@bluewin.ch)

### 1. Was ist eine Kampagne?

Eine Kampagne selbst schafft keine, sondern vermittelt Inhalte. Sie sorgt über die Verbreitung von Informationen oder Produkten für das Erscheinungsbild und den Erfolg der dahinterstehenden Organisation oder Unternehmung. Dementsprechend können verschiedene Kampagnentypen unterschieden werden, wie Sensibilisierungskampagnen, politische Kampagnen, Fundraising- oder Neumitgliederkampagnen.

Nicht jedes Thema lässt sich mit derselben Leichtigkeit zum Kampagnengegenstand machen. Kommunikations- und Marketingstrategen unterziehen mögliche Themen einem Eignungstest (Abb.1). Ein Planungsraster (Abb.2) unterstützt die systematische Kampagnenkonzeption.

Abb. 1: Kriterien für die Kampagnentauglichkeit beim WWF

WICHTIG	Ökologische Relevanz ist Voraussetzung für die Themenwahl
MESSBAR	Ziele müssen messbar und erreichbar sein
KOMMUNIZIERBAR	Inhalte müssen für breite Kreise verständlich sein
NATURVERBUNDEN	Verbindung zu Natur und Artenvielfalt sollen ohne "Verrenkungen" herstellbar sein
VISUELL	Thema muss zwingend in Bildern vermittelbar sein
EMOTIONAL	Thema muss Gefühle ansprechen
IDENTIFIZIERBAR	Thema muss als typische WWF-Aktivität wahrgenommen werden
INNOVATIV	Thema ohne Gähn-Effekt
SPENDERGERECHT	Thema tauglich für Mitgliederwerbung und Mittelbeschaffung
INTERNATIONAL	Thema muss zu Programmprioritäten des WWF International passen
BEFRISTET	Aktivitäten sind zeitlich limitiert

Abb. 2: Planungselemente

PROBLEM	PROBLEMANALYSE (IST)	Was läuft schief?
FOLGEN	AUSWIRKUNGSANALYSE	Warum ist dies ein Problem?
ZIELE	HANDLUNGSBEDARF (SOLL)	Wohin wollen wir?
LÖSUNGEN	HANDLUNGSANSÄTZE	Was können wir tun?
STRATEGIEN	HANDLUNGSWEGE	Wie können wir es tun?
AUSWIRKUNGEN	ERFOLGSKONTROLLE	Funktioniert es?

## 2. Die Boden-in-Not-Kampagne (BIN): ein Steckbrief

Aus dem Befund, dass mit Böden weltweit und in der Schweiz unverantwortlich umgegangen wird, wurde eine grundlegende und eine auf die befristete Kampagne zugeschnittene Zielsetzung (Abb.3) formuliert. Abb.4 überträgt den Planungsraster auf das Bodenthema.

Abb. 3: Grundgedenke (links) und kampagnenbezogene (rechts) Zielsetzung

Save the soils for future generations by stopping and reversing the degradation of soils through changing human patterns of terrestrial resource consumption (by avoiding overuse and misuse of soils).	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wir wollen das Bewusstsein über die Gefährdung der Böden und das Wissen um die Dringlichkeit von Massnahmen messbar erhöhen</li> <li>2. Wir wollen mit unseren Aktionen das Thema Boden auf die politische Agenda setzen. Wir wollen so erreichen, dass Luftreinhaltung, naturnahe Landwirtschaft und nachhaltige Bodennutzung schneller "an Boden gewinnen"</li> <li>3. Wir wollen den WWF in einer zukünftig zentralen Umweltfrage als Leader profilieren</li> </ol>
---	--

Abb.4: Die Bodenkampagne im Planungsraster

PROBLEM	Boden wird nicht nachhaltig genutzt
FOLGEN	Funktionen sind gefährdet mit Folgen für Biosphäre, Umwelt, den Boden selbst, wenn die Belastbarkeit des Bodens überschritten wird
ZIEL	Schädigung des Bodens durch angepassten Umgang vermeiden
LÖSUNGEN	Problem- und Lösungsbewusstsein stärken und nutzungsbezogene Korrekturen bewirken
STRATEGIE	Informieren, aktivieren, politischen Druck erzeugen
ERFOLG	Umfrage vor- und nachher

Die Umsetzung der Kampagne erfolgte mit verschiedenen und auf unterschiedliche Zielgruppen ausgerichteten Aktivitäten (Projekte). Das Grobschema (Abb. 5) verdeutlicht, dass dabei Informations- bzw. Sensibilisierungsaktionen und nicht politische Einflussnahme im Vordergrund standen.

Abb. 5: Umsetzungsaktivitäten

	INFORMIEREN	AKTIVIEREN	LOBBYIEREN	NEU-MITGLIEDER AQUIRIEREN	FINANZMITTEL BESCHAFFEN
KINDER & JUGENDLICHE					
BEVÖLKERUNG					
ENTSCHEIDUNGSTRÄGER					
WIRTSCHAFT					
MEDIEN					

Entsprechend kam die Erfolgsbeurteilung, die unter anderem aus einer vor und nach der Kampagne durchgeführten Befragung über Umweltgefahren der Zukunft abgeleitet wurde, zu folgendem Ergebnis:

1. Medial erfolgreich dank medienwirksamen Aktionen und seriös aufgearbeiteten, attraktiven Grundlagenmaterialien und dank der Kombination von nationalen und regionalen Medienanlässen
2. Resonanz bei WWF Mitglied- und Gönnerschaft positiv, Auswirkungen auf Bodenbewusstsein der breiten Bevölkerung gering
3. Politisch ohne Wirkung wegen fehlender Kontinuität und Strategie

### 3. Folgerungen: Erfolgsfaktoren einer Kampagne (Thesen)

Bodenkampagnen sind selten. Die Bodendegradation gehört nicht zu den bevorzugten Kampagnenthemen von Umweltorganisationen. Mögliche Erklärungsversuche liefern die nachfolgenden Thesen:

**These 1: "Bodendegradation" ist weder ein Thema mit kontroverser Sprengkraft noch mit Emotionalität und besonderem Sympathiegehalt. Ebenso fehlt das politische Druckmittel einer Volksinitiative.**

Ganz anders z.B. das Thema "Gentechnologie": Die Kontroverse um Gentechnologie setzt die technologiebezogene Risikodebatte fort, die seit den 70er Jahren die Öffentlichkeit immer stark bewegt hat. Gentechnik verkörpert in den 90er Jahren - wie die Atomkraft in den 70er - eine Kontroverse um die Frage, wie die Folgen neuer technologischer "Errungenschaften" einzuschätzen sind.

Mit der 1992 erfolgten Abstimmung über die Anwendung von Bio- und Gentechnologie im Humanbereich und 1998 über Teilverbote der Gentechnik im ausserhumanen Bereich haben Volksinitiativen das Thema auf die politische Tagesordnung gesetzt und "Arena"-tauglich gemacht.

**These 2: Ohne politische Kampagne, bzw. ohne glaubhafte Inszenierung einer Bedrohungslage oder einer glaubhaften Skandalisierung der Bodenzerstörung, die Empörung auslöst, gibt es keine dauerhafte und verbreitete Resonanz.**

Mit einer Bewusstseinskampagne allein - wie es die WWF-Bodenkampagne mehrheitlich war - lässt sich ein erfreuliches Medienecho nicht lange aufrechterhalten. Dazu braucht es die politische Kampagne, die ausgehend von der Skandalisierung des IST-Zustands, die politisch und wirtschaftlich Verantwortlichen medienwirksam unter Druck setzt. Dies ist mit der WWF-Kampagne nicht geschehen. Und andere Initiativen in dieser Richtung sind wenig wahrnehmbar.

**These 3: Die Ausmarchung des politischen Handlungsbedarfs im Bodenschutz vollzieht sich hinter den Kulissen, verläuft unspektakulär und deshalb ohne besondere Teilnahme der Öffentlichkeit. Das Referendum zum revidierten Raumplanungsgesetz (RPG) anfang 1999 hat keine hohen Wellen geworfen, die Debatte blieb lau, und dort, wo sie stattfand, spielten Bodenschutzargumente gegenüber agrarpolitischen keine Rolle.**

Es fehlt die persönliche Betroffenheit, ein individueller oder kollektiver Schmerz, ein Bedrohungs- oder Verlustgefühl.

**Schlussbemerkung:** Ohne Bedrohungsszenario lässt sich kein politisches Kapital schlagen und der Erosionsprozess im behördlichen Bodenschutz und Forschungsbereich nicht aufhalten. Ohne Erfolgskontrolle über Bodenschutzmassnahmen und ohne Berichterstattung über die Zustandsentwicklung der Böden, die deutlich machen, dass das Problem mit den vorhandenen Strategien und Massnahmen nicht gelöst wird, lässt sich politisch nichts gewinnen.

Isolierte, sporadische Infokampagnen nützen wenig, wenn sie nicht inhaltlich und strategisch vernetzt werden mit dem Ziel, Rahmenbedingungen zu schaffen, die die Bodendegradation stoppen und die dafür nötigen Korrekturen in der Bodennutzung fördern. Dafür braucht es die Zusammenarbeit der verschiedenen gesellschaftlichen Akteure; eine Amtsstelle, eine Umweltorganisation allein ändern nichts.



## Plenumsdiskussion: "Bodenschutz in der Öffentlichkeit"

Claude Lüscher (Moderation), Heinz Häni (Berichterstattung)

### Boden anders als mit Waldsterbensszenarien in die Medien bringen

Nicht unerwartet stiess von den drei Thesen zum Einstieg in die Plenumsdiskussion (siehe Kasten) jene auf das grösste Interesse, die im Geschäft mit der Angst die sicherste Garantie dafür sieht, sich in den Medien das nötige Gehör zu verschaffen.

Bei der Diskussion um das Geschäft mit der Angst kristallisierte sich relativ rasch heraus, dass mit dieser Botschaft kurzfristig wohl Betroffenheit und Aufmerksamkeit ausgelöst werden können, dass jedoch für eine längerfristige Wirkung unbedingt versucht werden müsse, die Komplexität des Ökosystems Boden in seiner grossen Vielfalt bekannt zu machen. Im Gegensatz zu Luft und Wasser sei es zwar schwieriger, eine Sensibilisierung zu erreichen, da eine Bodenschädigung nicht ohne weiteres wahrgenommen werde. Die Bodenbiologie biete einen Ansatzpunkt, die Faszination des Bodenlebens einer breiten Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Letztlich geht man davon aus, auch in politischen Gremien

#### Drei Thesen zum Thema "Bodenschutz in der Öffentlichkeit"

- Bodenschutz ist ein Geschäft mit der Angst:
    - Angst vor Vergiftung,
    - Angst vor Hunger.
 Beides sind negative Botschaften. Andere wirksame Motive gibt es nicht.
  - Was ich nicht weiss, macht mir nicht heiss, oder Nichtwissen macht glücklicher.
  - Sensibilisierung beginnt im Elternhaus und im Kindergarten.
- ⇒ Die meisten Bemühungen um Information wenden sich nicht an die richtigen Leute.

durch eine konsequente Wissensvermittlung mehr zum Schutz des Bodens zu erreichen als durch unreflektiertes Verbreiten von Angstparolen. Dass der Ansatz mit der Angst in eine Sackgasse führe, lasse sich sehr eindrücklich am Beispiel des Waldsterbens aufzeigen.

Die Voten zu den Thesen zwei und drei lassen sich dahingehend zusammenfassen, dass

- die Leute durch Vermitteln von Wissen über den Bodenschutz so weit zu bringen sind, dass sie bereit sind, Verantwortung zu übernehmen und
- eine Sensibilisierung im Elternhaus und im Kindergarten wichtig und deshalb aufzunehmen ist, dass aber gleichzeitig die Information von Verantwortungsträgern (bspw. Industriellen) weiterzuführen ist.

An den Schluss dieses Kurzberichtes über die Plenumsdiskussion zur BGS-Fachtagung 99 "Bodenschutz in der Öffentlichkeit" sei das Votum gestellt, wonach der Bodenschutz in der Schweiz seit 1985, als die ersten Anstrengungen unternommen wurden, ihn überhaupt einmal ins Bewusstsein zu bringen, eine nicht unbedeutende Entwicklung erfahren hat.



## Lagebericht zur

# AKTUELLEN BODENNUTZUNG IN DER SCHWEIZ,

## ihrer Veränderungen, Auswirkungen und möglichen Entwicklungen

*Adrian Schnyder, Christoph Niederberger, Corinne Reust, Esther Thalmann, Peter Germann, Geographisches Institut der Universität Bern, Abteilung Bodenkunde, Hallerstrasse 12, 3012 Bern*

Die Arbeitsgruppe „Strategie-Réflexion“ der Bodenkundlichen Gesellschaft der Schweiz sieht in ihrem Diskussionspapier „Die Zukunft der BGS“ die Erstellung eines Lageberichtes über die aktuelle Bodennutzung vor. Dieser soll als ein Mittel zur Umsetzung der zukünftigen Rolle der BGS im Bereich Boden und Bodenkunde dienen. Im Rahmen des Innovationsprojektes „Nachhaltige Bodennutzung CH“ der Universität Bern werden im Moment am Geographischen Institut Informationen und Grundlagen für diesen Lagebericht gesammelt. Der Stand der Fragestellungen wird nachfolgend zusammengefasst.

### 1. Ausgangslage und Ziel des Projektes

Die Bodennutzung in der Schweiz befindet sich im Wandel:

- Die Land- und Forstwirtschaft nutzen rund drei Viertel des Bodens der Schweiz, aber nur etwa vier Prozent (Tendenz sinkend) der Bevölkerung ist aktiv an der Bodenbewirtschaftung beteiligt.
- Die Auswirkungen des neuen Landwirtschaftsgesetzes und dem damit einhergehenden geänderten Subventionsverfahren, wie auch der Landwirtschaftspolitik der EU (Agenda 2000, sofern sie durchgesetzt werden kann) sind noch nicht absehbar.
- Die Waldfläche der Schweiz hat in den letzten zehn Jahren um vier Prozent zugenommen.
- Seit 1965 weisen die Städte eine negative Wanderungsbilanz auf, die in einigen Städten zu Beginn der 90er Jahre wieder positiv wurde. Diese eigentliche Stadtfucht führte zu einem erhöhten Verbrauch an Siedlungsflächen in den Agglomerationen.

Anhand dieser nicht abschliessenden Aufzählung wird auch ersichtlich, dass die Bodennutzung durch eine grosse Anzahl an Akteuren beeinflusst wird. Die unterschiedlichen Interessen der Akteure führen zu Konflikten, die auf politischer Ebene gelöst werden müssen.

Ziel des Innovationsprojektes „Nachhaltige Bodennutzung CH“ ist die Erarbeitung von Entscheidungsgrundlagen für eine koordinierte Bodennutzungspolitik. Diese soll wirksame Rahmenbedingungen schaffen für eine nachhaltige Bodennutzung unter Berücksichtigung der vielfältigen Interessen der verschiedenen Akteure.

## 2. Die Akteure

### 2.1 Gesellschaft

- **Volk und Parlament**

Wie äussern sich die Interessen von Volk und Parlament in Initiativen und Referenden?

*Wussten Sie, dass seit 1970 dem Volk 46 bodenrelevante Vorlagen auf eidgenössischer Ebene zur Abstimmung vorgelegt wurden?*

- **Regierung und Verwaltung**

Welche Regierungs- und Verwaltungsstellen beeinflussen die Bodennutzungspolitik?

*Wussten Sie, dass sich von den 62 Bundesämtern 20 direkt oder indirekt mit dem Thema Boden auseinandersetzen?*

- **Parteien und Verbände**

Welche Interessen vertreten Parteien und Verbände?

*Wussten Sie, dass beim Vernehmlassungsverfahren für die Ausführungsbestimmungen zum neuen Landwirtschaftsgesetz rund 480 Vernehmlasser angefragt wurden?*

- **Natur- und Umweltschutzorganisationen**

Wie nehmen Natur- und Umweltschutzorganisationen auf die Bodennutzungspolitik Einfluss?

*Wussten Sie, dass 29 Natur- und Umweltschutzorganisationen ein Beschwerderecht nach NHG oder USG besitzen?*

- **Bildung und Forschung**

Welche Rolle spielt der Boden im Bereich Bildung und Forschung?

*Wussten Sie, dass die Anzahl der Landwirt-Lehrlinge in den letzten zwanzig Jahren von 5000 auf rund 1650 sank?*

- **Medien und Information**

Wie präsent ist das Thema Boden und Bodennutzung in den Medien?

*Wussten Sie, dass in der Schweiz pro Person 39m<sup>2</sup> Wohnraum zur Verfügung stehen, für Verkehrsflächen dagegen rund 110 m<sup>2</sup>?*

## 2.2 Wirtschaft

Aus ökonomischer Sicht wird Boden wie folgt charakterisiert:

- **Unentbehrlichkeit**  
→ *Boden ist existenznotwendiger Lebensraum*
- **Unvermehrbarkeit**  
→ *Boden ist limitierte Ressource*
- **Immobilität**  
→ *Boden ist standortgebunden*
- **Qualität**  
→ *Die Eigenschaften eines Bodens beeinflussen die Nutzungsart*
- **Wertaufbewahrungsmittel**  
→ *Boden stellt einen Sachwert dar*

Boden ist die Grundlage für jede ökonomische Tätigkeit. Er dient der Wirtschaft als

- Standortboden
- Anbauboden (Land- und Forstwirtschaft)
- Abbauboden (Rohstofflieferant)
- Deponiestandort.

*Wussten Sie, dass der durchschnittliche Bodenpreis für Wohnbauland im Kanton Zürich (ohne Stadt Zürich) von rund 130 (1974) auf den Maximalwert von 700 Fr. (1991; 1996: 643 Fr.) gestiegen ist?*

## 2.3 Gesetzgebung

Die Gesetzgebung im Bereich Boden ist sehr komplex. Nebst offensichtlich relevanten Bestimmungen wie z.B. dem Raumplanungs-, dem Umweltschutz-, dem Landwirtschafts- oder dem Waldgesetz beeinflussen zahlreiche weitere Gesetze und Verordnungen die Bodennutzung.

*Wussten Sie, dass sich in rund 45 Bundesgesetzen und 65 –verordnungen Bestimmungen zum Boden im weitesten Sinn befinden?*

## 2.4 Europa

Die Bodennutzung in der Schweiz steht in einem europäischen und globalen Zusammenhang. Besonders wichtig ist die Europäische Union, die einen starken Einfluss auf die Schweiz ausübt. Mit dem Abschluss der bilateralen Verträge hat sich die Schweiz der EU angenähert. Dadurch wird deren Politik, z.B. die geplante Reform der Agrarpolitik (Agenda 2000), noch verstärkt die schweizerische Bodennutzungspolitik beeinflussen.

*Wussten Sie, dass im EU-Raum längerfristig landwirtschaftliche Flächen stillgelegt werden, die zusammen fast gleich gross sind wie die landwirtschaftliche Nutzfläche der Schweiz?*

## 3. Ausblick

Aus den unterschiedlichen Zielen der verschiedenen Akteure in der schweizerischen Bodennutzungspolitik ergeben sich Probleme grundsätzlicher Art, nämlich einerseits **Interessenkonflikte** in Bezug auf die Knappheit der Ressource Boden und andererseits **Zielkonflikte** für die Bodennutzungspolitik.

- **Interessenkonflikte**

Aufgrund der Knappheit der Ressource Boden und den unterschiedlichen Nutzungsinteressen ergeben sich Konflikte. Diese Nutzungskonflikte sind nicht nur eine Folge der oft gegensätzlichen Interessen von Ökonomie und Ökologie, sondern entstehen auch innerhalb der ökonomischen Sichtweise. Um die knappe Ressource konkurriert eine grosse Anzahl wirtschaftender Akteure. Die Eignung des Bodens als Standortboden, Anbauboden, Abbauboden oder Deponiestandort beeinflusst seinen Preis auf dem Bodenmarkt.

- **Zielkonflikte**

Nachhaltige Nutzung kann allgemein definiert werden als eine Nutzung, welche die Regenerationsfähigkeit eines Ökosystems nicht schädigt. In Bezug auf den Boden und die Bodennutzung wird Nachhaltigkeit zwar oft als Ziel akzeptiert, je nach Betrachtungswinkel aber unterschiedlich definiert. Ökologische und ökonomische Interessen stehen häufig in Gegensatz zueinander. Der Politik stellt sich damit die Aufgabe, einen Konsens zu finden, der „bodenverträglich“ ist und von beiden Seiten – d.h. von Wirtschaft und Umweltschutz – getragen wird.

*Interessiert Sie unser Projekt? Haben Sie Fragen oder Anregungen? Dann teilen Sie uns bitte mit: Geographisches Institut der Universität Bern, Abteilung Bodenkunde (Prof. Peter Germann, pgermann@giub.unibe.ch), Arbeitsgruppe Nachhaltige Bodennutzung, Hallerstrasse 12, 3012 Bern, Tel 031/631 38 55; Adrian Schnyder: schnyder@giub.unibe.ch, Corinne Reust: reust@giub.unibe.ch, Esther Thalmann: thalmann@giub.unibe.ch*

## "Böden der Schweiz" - ein Projekt der FAL mit einem Fallbeispiel

Jakob Nievergelt, Hans Brunner, Milan Petrusek  
Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL)  
8046 Zürich

### 1. Einleitung

Aus mehr als dreissig Jahren detaillierter Bodenuntersuchungen und -kartierungen in der ganzen Schweiz verfügt die FAL über ein umfangreiches Archiv an Bodendaten, -karten und -proben. Diese wertvolle Basis dient als Forschungsgrundlage, um eine Übersicht über die landwirtschaftlich genutzten Böden zu gewinnen. Im Vordergrund steht dabei die Erarbeitung und Überprüfung von allgemein anwendbaren Interpretationsmethoden zur Planung nachhaltiger Bodennutzungen und zur raumplanerischen Berücksichtigung des Bodenschutzes.

### 2. Das Projekt "Böden der Schweiz"

#### 2.1. Ziele

- Beantwortung der Fragen 'Welches sind relevante Bodenformen der Schweiz, wo kommen sie vor und welche nachhaltigen Nutzungsformen lassen sie zu?'
- Methoden zur Beurteilung der Bodeneignung für produktionsorientierte und ökologisch wirksame landwirtschaftliche Nutzungen.
- Methoden zur Abschätzung von Risiken wie Verdichtung, Erosion, Nährstoffauswaschung und -abschwemmung.
- Geeignete EDV-Datenstrukturen für die effiziente Anwendung der Interpretationsmethoden und sachgerechte Darstellung der Ergebnisse, zum Beispiel als Landschaftsentwicklungskonzepte.

#### 2.2. Datennachfrage

Laut Umfrage der Arbeitsgruppe Bodenkartierung der Bodenkundlichen Gesellschaft der Schweiz von 1998 werden solche Grundlagen für eine nachhaltige Landnutzung sowie für den Bodenschutz von Seiten der öffentlichen Verwaltung, aber auch von Ingenieurbüros und Forschungsinstitutionen benötigt.

#### 2.3. Vorgehen

- *Datenauswahl und -strukturierung:* Die in Bodenkarten dargestellten Eigenschaften werden mit umweltschutzrelevanten Daten ergänzt: Unter anderem werden die Klassen von Skelett- und Humusgehalt, Körnung und Gefüge im Ober- und Unterboden detailliert angegeben. Die Standort- und Bodendaten werden einheitlich strukturiert in eine Datenbank abgelegt.
- *Datenauswertung:* In den physiographischen Einheiten gemäss Bodeneignungskarte 1:200'000 - das sind Gebiete mit einheitlichen Bedingungen für die Bodenbildung (zum Beispiel Schotterebenen des tieferen Mittellandes) - werden die vorhandenen Daten aus detaillierten Bodenkartierungen zusammengefasst und systematisch ausgewertet. Die physiographischen Einheiten der Schweiz werden bodenkundlich und bezüglich ihrer landwirtschaftlichen Nutzungseignungen charakterisiert. Nachfolgend können flächendeckende Aussagen daraus hergeleitet werden.

- *Detailinterpretation*: Aus Einzelresultaten von Forschungsprojekten sowie in- und ausländischen Auswertungsmethoden werden allgemein anwendbare Nutzungs- und Risikokriterien abgeleitet. Diese Kriterien werden auf Bodendaten aus typischen Landwirtschaftsregionen angewendet. Die Interpretationsresultate werden mit EDV-Hilfsmitteln (GIS) dargestellt und geprüft; allenfalls werden die Nutzungs- und Risikokriterien an regionale Standorteigenschaften angepasst.

#### **2.4. Erste Ergebnisse**

Die Bodendaten aus den Regionen Aesch/Reinach BL, Birrfeld AG, Uster ZH und Weiach ZH zeigen :

- Innerhalb derselben physiographischen Einheit haben sich die Böden regional verschieden entwickelt, weil die petrographische Zusammensetzung des Muttermaterials unterschiedlich ist.
- Die Auswertungen werden durch kleinräumige Verzahnung physiographischer Einheiten im Massstab 1:5000 erschwert.

### **3. Ein Fallbeispiel zur Anwendung von Bodeninformationen: Das beste Land für die Autobahn?**

#### **3.1. Einführung**

Das folgende Fallbeispiel wurde ausgewählt, weil es sich auf engstem Raum darstellen lässt und wir gleichzeitig illustrieren können, wie vielfältig die Information im Bodendatenarchiv ausgewertet werden kann. Es ist nicht als typische Anwendung in unserem Projekt zu sehen. In der Kartierpraxis fällt immer wieder auf, dass rund um überbautes Gebiet die Bodenqualität überdurchschnittlich gut ist. Wir stellten uns die Frage, ob auch der moderne Strassenbau eher qualitativ gutes Land beansprucht.

#### **3.2. Vorgehen**

Am Beispiel der Region Uster, die für das Schweizer Mittelland typisch ist, bot sich die seltene Gelegenheit, dieser Frage nachzugehen. Die Böden wurden 1979, vor dem Bau der Zürcher Oberlandautobahn, im Massstab 1:5000 kartiert. Die Bodenqualität (Eignungsklassen, FAL 1997) auf dem Gebiet des heutigen Autobahntrassees (24 ha), wird verglichen mit derjenigen des umliegenden Landwirtschaftsgebietes (insgesamt 520 ha). Die zwei Vergleichsflächen befinden sich auf dem Kartenblatt Uster-Nänikon der Landwirtschaftlichen Nutzungseignung des Kantons Zürich.

#### **3.3. Ergebnisse und Diskussion**

In der Region Uster sind die besten Böden in der Eignungsklasse 2 zu finden (siehe Abbildung 1). Es handelt sich fast ausschliesslich um tiefgründige, zumeist kieshaltige Böden mit sehr günstigen Eigenschaften. 68% der Fläche, die für den Autobahnbau verwendet wurde, waren bestes Ackerland. In der Vergleichsregion Uster macht dieses nur 50% der Fläche aus.

Weiter fällt auf, dass von den Eignungsklassen 7 bis 9, Wies- und Weideland, und der Eignungsklasse 10, Streuland, nichts überbaut wurde. Das Trassees der Autobahn liegt also ausschliesslich auf ackerfähigem Land.

Der wichtigste Grund liegt wohl darin, dass die ersten Siedlungen und mit ihnen die Verkehrswege da entstanden sind, wo das beste Land lag und genügend Wasser vorhanden



war. Dazu kommt dass der Bau von Strassen auf kiesigen, gut abtrocknenden, ebenen Böden einfacher und billiger ist als auf vernässten Standorten oder in steilem, kupiertem Gelände.

### 3.4. Schlussfolgerungen

Nach Verlust des besten Landes muss die Landwirtschaft auf Flächen mit geringerer Ertragsicherheit und erhöhtem Risikopotential für die Umwelt produzieren. Um die natürlichen Standortnachteile etwas auszugleichen, setzt die Landwirtschaft tendenziell vermehrt Hilfsstoffe wie Dünger und Pflanzenschutzmittel ein. Damit steigt das Risiko ökologisch nachteiliger Nebenwirkungen.

Im Interesse einer nachhaltigen Bodenbewirtschaftung ist es deshalb wichtig, durch raumplanerische Massnahmen\* wie Nutzungszonen oder Landschaftsentwicklungskonzepte die restlichen besten Landwirtschaftsböden vor der Umnutzung zu bewahren. Bodenkarten und deren Interpretationen sollten diesen planerischen Massnahmen zugrunde gelegt werden, da sie flächendeckend zeigen, wo sich die qualitativ besten Böden befinden,.

### ***Quantitativer Bodenschutz für qualitativ gute Böden bedeutet auch Umweltschutz !***

#### 4. Résumé

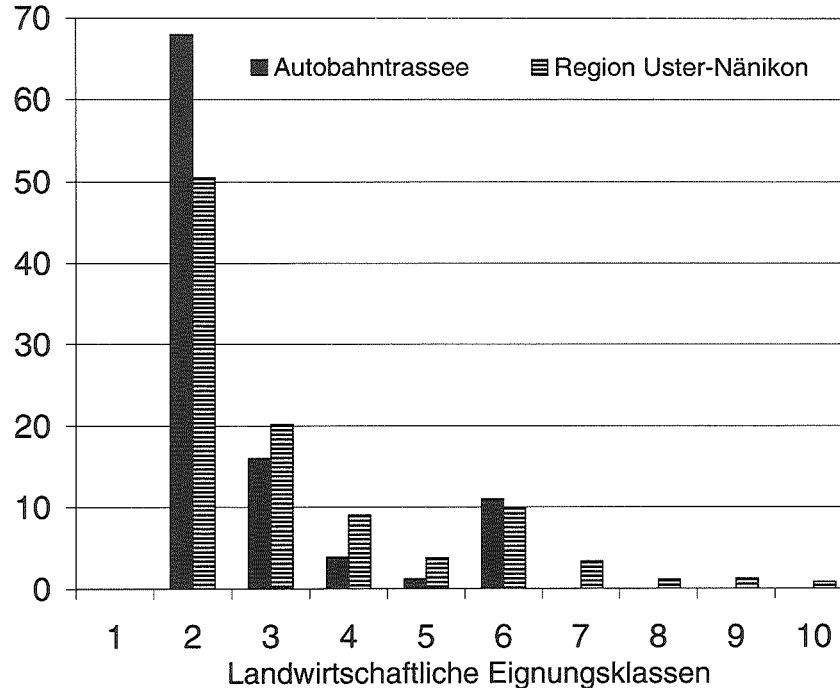
Notre projet 'Les sols de la Suisse' exploite les nombreuses archives de données pédologiques de la Station fédérale en agroécologie et agriculture (FAL). Les buts principaux du projet sont: Identifier et caractériser les sols importants et développer des méthodes d'interprétations générales pour estimer les risques écologiques et apprécier les stations. Avec l'exemple d'une route nationale dans les environs de Uster ZH, nous montrons que la construction civile a tendance à utiliser avec prépondérance les meilleurs sols agricoles. Nous concluons qu'une protection quantitative des bons sols fait partie de la protection de l'environnement.

#### 5. Literatur

FAL, 1997: Kartieren und Beurteilen von Landwirtschaftsböden. FAL 8046 Zürich. 144 S.  
 Bundesamt für Raumplanung, 1980: Bodeneignungskarte der Schweiz. Massstab 1:200'000. EDMZ 3003 Bern. 4 Kartenblätter und Bericht. 145 S.  
 AG Bodenkartierung der BGS, 1999: Bericht zur Umfrage 'Bedarfsabklärung Bodenkarten und -Information'. In Vorbereitung.  
 Volkswirtschaftsdirektion des Kantons Zürich, 1996: Landwirtschaftliche Nutzungseignung. Massstab 1:5'000. Ruedi Gysin AG 8057 Zürich. Blatt 1090.10 Uster-Nänikon mit Erläuterung 27 S.

\* Ein ‚visionärer‘ Lösungsansatz bestünde darin, dass Boden nach Massgabe einer ökologischen Bewertung versiegelt würde. Eine solche Bewertungsmethode liesse sich zum Beispiel aus Ergebnissen des oben beschriebenen Projektes ‚Böden der Schweiz‘ ableiten.

Flächenanteil [%]



### Landwirtschaftliche Eignungsklassen

- 1 Uneingeschränkte Fruchtfolge 1. Güte.**  
Uneingeschränkte Kulturwahl mit sicheren Erträgen.
- 2 Uneingeschränkte Fruchtfolge 2. Güte.**  
Uneingeschränkte Kulturwahl bei etwas erschwerten Anbaubedingungen.
- 3 Getreidebetonte Fruchtfolge 1. Güte.**  
Vielseitiger Ackerbau, Hackfruchtanbau eingeschränkt.
- 4 Getreidebetonte Fruchtfolge 2. Güte.**  
Einseitiger Ackerbau, Getreidebau bevorzugt.
- 5 Futterbaubetonte Fruchtfolge.**  
Futterbau bevorzugt, einseitiger Ackerbau möglich.
- 6 Futterbau bevorzugt; Ackerbau stark eingeschränkt.**  
Futterbau, sehr stark eingeschränkte Fruchtfolge.
- 7 Wies- und Weideland.**  
Vielseitige Wiesland- oder Weidenutzung.
- 8 Wiesland:**  
**wegen Nässe nur zum Mähen geeignet.**  
Einseitige Schnittnutzung.
- 9 Extensives Wies- und Weideland.**  
Extensive Schnittnutzung (Dürrfutter) oder extensives Weideland.
- 10 Streuland.**  
Streulandnutzung.

Abbildung 1. Vergleich der Bodenqualität im Gebiet des Autobahntrassees (24 ha) und im umliegenden Landwirtschaftsland (520 ha) der Region Uster-Nänikon. Flächenanteile der Eignungsklassen 1 bis 10 in beiden Gebieten, in Prozent.

## Langfristiges BodenbeobachtungsNetz GRAubünden, LBN-GR

U. Hoins, BABU GmbH Büro für Altlasten, Boden und Umwelt, Dufourstr. 90, 8008 Zürich  
J.F. Tognina, AfU Graubünden, Abteilung Ökologie, Gürtelstr. 89, 7001 Chur

### Einleitung

Das LBN-GR ist ein regelmässig betriebenes Netz von gegenwärtig 89 Dauer-BeobachtungsStandorten (DBS). Die DBS wurden nach regionalen Gesichtspunkten sowie unterschiedlichen ökologischen Verhältnissen und Nutzungsformen ausgesucht und sind im gesamten Kantonsgebiet verteilt.

Hauptaufgabe des LBN-GR ist die Erfassung der Schadstoffbelastung von Böden - insbesondere die Belastung mit Schwermetallen - und die Beurteilung der Bodenfruchtbarkeit. Durch wiederholte Beprobungen der Testflächen sollen Trends in der Entwicklung und Problembereiche erkannt werden. Bei der Erstbeprobung (1989 - 1994) wurden jeweils eine Fläche von 100 m<sup>2</sup> und Bodenprofilgruben beprobt und die Böden klassifiziert. Anschliessend wurden Schwermetallgehalte und Bodenkenngrössen analytisch bestimmt. In den Jahren 1996 und 1997 fand eine Zweitbeprobung (Flächenmischproben der Oberböden) von 50 Standorten statt.

### Ergebnisse der Erstbeprobung (AfU GR, 1997)

Es ist von grossräumigen Schwermetalleinträgen in die Böden des Kantons auszugehen. So sind deutliche anthropogene Schwermetallanreicherungen (Quotienten von Oberboden- zu Unterbodengehalten > 2) insbesondere für Blei, Cadmium und Zink auf 56 % der Standorte anzunehmen. Einträge von Cadmium, Kupfer und Zink sind im Zusammenhang mit der landwirtschaftlichen Nutzung zu sehen. Zunehmende Nutzungsintensitäten (Alpweide < Grünland < Ackerbau) sind offenbar mit steigenden Schwermetalleinträgen verbunden. Deutliche Blei- und Quecksilberanreicherungen sind auch auf Waldstandorten nachweisbar; sie indizieren atmosphärische Einträge von Schwermetallen auch in abgelegenen Gebieten.

Richtwertüberschreitungen für die Schwermetalltotalgehalte wiesen rund 24 % aller Standorte auf. Zur Hälfte sind diese auf hohe Gehalte an Chrom und Nickel im Muttergestein zurückzuführen (geogen). Richtwertüberschreitungen für Cadmium, Kupfer und Quecksilber sind dagegen die Folge menschlicher Aktivitäten.

Belastungsrisiken sind besonders auf Wald- und Alpstandorten nicht auszuschliessen. 50 % der Wald- und 60 % der Alpstandorte zeigen Richtwertüberschreitungen der löslichen Gehalte (hohes wirkungsorientiertes Belastungspotential) vor allem des Zinks, aber auch des Nickels, Cadmiums und Kupfers.

Die umweltgefährdende Mobilität der Schwermetalle ist ursächlich mit der Versauerung verbunden. 45% der Waldstandorte weisen pH-Werte unter 4.2 auf und sind somit stark sauer. 87% der Alpstandorte sind sauer (pH < 5.0). Die Versauerung stellt ein Problembereich nicht nur bezüglich der Schwermetallbelastung sondern im Hinblick auf den Bodenzustand insgesamt dar. Bodenkennwerte indizieren z.B. ungünstige Veränderungen des Nährstoffhaushaltes mit zunehmender Versauerung und eine degradierte Filterfunktion. Ca. 32 % aller Standorte weisen geringe bis sehr geringe Bindungsstärken gegenüber dem relativ mobilen Cadmium auf.

## Beurteilung von Belastungsrisiken (AfU GR, 1997)

Für eine differenzierte Beurteilung von Belastungsrisiken durch Schwermetalle wird ein Bewertungsschema vorgeschlagen, welches verschiedene Belastungspotentiale unterscheidet: konzentrationsorientiert (Schwermetalltotalgehalte, anthropogene Schwermetallanteile), wirkungsorientiert (lösliche Schwermetallgehalte), prozessorientiert (Filterfunktion, relative Schwermetalllöslichkeit). Die Belastungspotentiale sind definiert (Richtwerte für die totalen und löslichen Gehalte nach VBBo), aus Bodenkennwerten empirisch abgeleitet (Filterfunktion, relative Schwermetalllöslichkeit) bzw. geschätzt (anthropogene Schwermetallanteile aus Quotienten von Oberboden- und Unterbodentotalgehalten) und im Wirkungskreismodell farblich gekennzeichnet (grün: geringes Belastungspotential; rot: hohes Belastungspotential). Die Ausprägung der einzelnen Belastungspotentiale ermöglicht eine Einteilung der Standorte in die Risikogruppen I - IV:

	Belastungspotentiale			Risikobewertung
	konzentrationsorientiert	wirkungsorientiert	prozessorientiert	
<b>I</b>	gering: Totalgehalte << RW <sup>1</sup> ; Anreicherungsfaktoren < 2	gering: lösliche Gehalte << RW	gering: Filterfunktion intakt; relative Löslichkeiten << 2	Belastung auch längerfristig unwahrscheinlich (ca. 35 % der DBS)
<b>II</b>	mittel bis hoch: tw. Totalgehalte > RW; Anreicherungsfaktoren > 2	gering: lösliche Gehalte << RW	gering: Filterfunktion intakt; relative Löslichkeiten << 2	kein aktuelles Belastungsrisiko, Belastungspotential aufgrund erhöhter Totalgehalte gegeben (ca. 20 % der DBS)
<b>III</b>	gering; Anreicherungsfaktoren indifferent	mittel bis hoch im Oberboden, tw. lösliche Gehalte > RW	mittel bis hoch: Filterfunktion im Oberboden degradiert; relative Löslichkeiten > 2	aktuelles Belastungsrisiko nicht ausschliessbar bzw. angezeigt (ca. 25 % der DBS)
<b>IV</b>	gering; Anreicherungsfaktoren indifferent	hoch, tw. lösliche Gehalte > RW	hoch: Filterfunktion profilmfassend degradiert; relative Löslichkeiten > 2	aktuelles Belastungsrisiko nicht ausschliessbar bzw. angezeigt (ca. 20 % der DBS)

<sup>1</sup> RW = Richtwerte für Schwermetallgehalte nach VBBo

## Ergebnisse der Zweitbeprobung (AfU GR, 1999)

Die Resultate der Zweitbeprobung bestätigen im wesentlichen die Richtwertüberschreitungen aus der Erstbeprobung. Weiterhin indizieren die Daten überwiegend signifikante Zunahmen für die Schwermetalltotalgehalte; die Mehrzahl der Standorte (57 %) zeigt jedoch sowohl Gehaltszunahmen als auch Gehaltsabnahmen, so dass ursächlich keine Monokausalität für Veränderungen vorliegt. 26 % der Standorte weisen ausschliesslich Gehaltszunahmen bzw. keine Veränderungen auf, so dass auf diesen Standorten von Anreicherungen auszugehen ist.

### Literatur

AfU GR, 1997: Langfristiges Bodenbeobachtungsnetz des Kantons Graubünden. Bericht über die Auswertung der Erstbeprobung. Amt für Umweltschutz Graubünden, November 1997.

AfU GR, 1999: Langfristiges Bodenbeobachtungsnetz des Kantons Graubünden. Auswertung der Zweitbeprobung. Amt für Umweltschutz Graubünden, Februar 1999. Interner Auswertungsbericht, Bericht zur Veröffentlichung in Vorbereitung.

## Regionalstudie über Schadstoffe im Boden im Kanton Graubünden

Bündner Rheintal - ein Talsiedlungsraum

Landschaft Davos - ein Bergsiedlungsraum

G. Tognina, Amt für Umweltschutz Graubünden, Abteilung Oekologie

M. Knecht, F. Schnider, G. Richner, Ambio AG Zürich

### *Worum geht es?*

Das Amt für Umweltschutz Graubünden führte zwei regionale Untersuchungen zur Erfassung der Auswirkungen siedlungsbedingter Emissionen auf die Böden durch:

1. im Bündner Rheintal (Talsiedlungsraum) und
2. in der Landschaft Davos (Bergsiedlungsraum).

Die zwei Regionen unterscheiden sich hinsichtlich Höhenlage, Topographie und Emissionsquellen. Die Fragestellungen und Methoden wurden dementsprechend ausgewählt.

Im Bündner Rheintal (Emissionsquellen: Industrie, Verkehr, Feuerungen, Müllkompost) ging es um die folgenden wichtigen Fragen:

- Wie hoch sind die Hintergrundwerte der Schadstoffe (Schwermetalle und Organische Schadstoffe) im Siedlungsgebiet Bündner Rheintal?
- Können nutzungsbedingte Einträge erfasst werden?
- Woher stammen die höchsten Schadstoffbelastungen?

Die Hauptuntersuchung im Talsiedlungsgebiet zwischen Landquart und Domat/Ems hatte zum Ziel, *Karten* der Hintergrundbelastung herzustellen und regionale Hintergrundwerte für einen Talsiedlungsraum zu erhalten.

In Spezialuntersuchungen an Hobbygärten, Grünanlagen und in der Umgebung des Krematoriums Chur wurde die Zusatzbelastung durch verschiedene Nutzungen und Emissionsquellen erfasst und mit Ergebnissen aus anderen Untersuchungen in der Schweiz verglichen.

Die Davoser Landschaft (Emissionsquellen: Verkehr und Feuerungen) ist geprägt durch das Haupttal mit der Hauptwindrichtung talabwärts (Richtung Frauenkirch). Eine Verfrachtung der Luftschadstoffe in dieser Richtung wird vermutet. Häufige Inversionslagen in verschiedenen Höhen können zur Akkumulation von Luftschadstoffen führen. Die wichtigsten Fragen lauten somit:

- Ist eine distanzabhängige Verfrachtung von Luftschadstoffen vom Hauptemissionsgebiet (Davos) talabwärts zu beobachten?
- Gibt es eine höhenabhängige Schadstoffbelastung ?

## Welche Methoden?

### Bündner Rheintal

Angewendet wurde eine Untersuchungsmethode, die die Herstellung von Schadstoffverbreitungskarten ermöglicht: Die *Geostatistik* befasst sich mit der Analyse *räumlich* korrelierter Daten. Zur Geostatistik gehört das *Kriging*verfahren - eine Interpolationsmethode. Aus methodischen Gründen wurden ausschliesslich Fruchtfolgeflächen im Sinne der Raumplanung beprobt. Insgesamt wurden 160 Standorte beprobt. Ein gestuftes Probenahmeschema (nested sampling design) ermöglicht ein grobes distanzabhängiges Modell (Variogramm). Die Distanzen zwischen zwei Proben sind abgestuft (im Rheintal 500 m, 125 m, 30 m).

### Landschaft Davos

Talboden: Untersuchung in regelmässigen Abständen längs einer Transsekte. Ziel: allfällige Unterschiede zwischen dem oberen Talabschnitt mit dem Hauptsiedlungsgebiet und dem unteren, weniger dicht besiedelten Abschnitt aufzuzeigen. Die Vermutung, dass die Schadstoffe vor allem im Hauptsiedlungsraum Davos emittiert und mit dem Wind talabwärts verfrachtet werden, führte zu einer Beprobung auf einer Längstranssekte im Talboden von Glaris bis zum Davoser See (50 Wiesenstandorte). Um die Höhenverteilung der Schadstoffe und insbesondere die Auswirkung der Winter-Inversion auf ca. 1600 m.ü.M. zu erfassen, wurden auch die rechten Hangflanken bei Davos und bei Frauenkirch auf je vier Höhenstufen beprobt (insgesamt 72 Proben aus Alpweiden). Die Auswertung der Daten erfolgte mit klassischen statistischen Methoden.

In beiden Regionen wurden die von der Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo) vorgeschriebenen 16 PAK und 7 PCB, 7 Schwermetalle und Phosphor untersucht.

## Resultate

### Bündner Rheintal

Als wichtigstes Ergebnis ist die Erfassung der regionalen Hintergrundwerte für Schwermetalle und organische Schadstoffe und die Herstellung von Belastungskarten zu erwähnen. Die Belastung der Böden durch Blei, Cadmium, Zink, Nickel und Quecksilber ist mit jener der ganzen Schweiz vergleichbar. Kupfer weist hingegen höhere, Chrom tiefere Konzentrationen auf als der schweizerische Durchschnitt. Die Belastungen der Fruchtfolgeflächen mit PAK und PCB liegen in derselben Grössenordnung wie die Hintergrundwerte für unbelastete Böden in der Schweiz.

Tab. 1 Die Medianwerte der organischen Schadstoffe ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) im Bündner Rheintal und in Davos im Vergleich mit Hintergrundwerten für unbelastete Böden in der Schweiz

		Rheintal	Davos	ganze Schweiz <sup>1)</sup>
Schadstoff	Richtwert	Median	Median	Hintergrundwert für unbelastete Böden
PAK Summe	1000	102	93.9	100-200
Benzo(a)pyren	200	8.5	7.5	
PCB Summe	50	1.33	0.61	10

1) J.D. Berset, Institut für Umweltschutz und Landwirtschaft IUL: Persönliche Mitteilung

### *Räumliche Verteilung der Schadstoffe*

Aus den Schadstoffkarten für das Rheintal wird ersichtlich, dass das Gebiet zwischen Domat/Ems und Chur generell etwas stärker belastet ist als zwischen Chur und Landquart. Dieser regionale Unterschied wurde bei den Schwermetallen Kupfer und Cadmium, aber auch bei den PAK und PCB beobachtet. Allerdings gibt es auch im nördlichen Abschnitt des Bündner Rheintals Standorte mit höheren PCB-Werten.

### *Geogene Schwermetallbelastung*

Die erhöhten Chrom- und Nickelwerte in Chur sind mit grosser Wahrscheinlichkeit geogen bedingt.

### *Spezialuntersuchungen (Hobbygärten, Grünanlagen, Krematorium)*

Die Ergebnisse können dank der in der Hauptuntersuchung erhobenen regionalen Hintergrundwerte beurteilt und bewertet werden.

Die Hobbygärten in Chur weisen sehr hohe Belastungen auf, sowohl mit Schwermetallen als auch mit PAK. Verglichen mit einer Untersuchung in Oltener Familiengärten sind die PAK-Belastungen in den Churer Hobbygärten in derselben Grössenordnung.

### *Siedlungseinfluss*

Beim Vergleich der verschiedenen Spezialuntersuchungen mit den Fruchtfolgeflächen zeigt sich im Bündner Rheintal ein nutzungs- und siedlungsbedingter (städtischer) Einfluss hinsichtlich der PAK-Belastung der Böden. In der Umgebung der Stadt Chur ist die PAK-Belastung in den Fruchtfolgeflächen signifikant höher als im übrigen Bündner Rheintal.

## **Davos**

Die regionalen Hintergrundwerte dieses Bergsiedlungsraumes für Schwermetalle und die organischen Schadstoffe PAK und PCB bilden eine wichtige Referenzgrösse für andere vergleichbare Regionen in der Schweiz.

In Davos liegen die Mediane der PAK und PCB trotz des Vorkommens hoher Einzelwerte 10% unter jenen des Bündner Rheintals. Mehrere Talstandorte weisen zum Teil erhebliche Richtwertüberschreitungen von organischen Schadstoffen und Schwermetallen auf.

### *Davos im gesamtschweizerischen Vergleich*

Die gesamte Region "Landschaft Davos" mit Medianwerten der Schwermetalle von nur 20 bis 40% der jeweiligen Richtwerte kann als wenig belastet bezeichnet werden.

Betrachtet man aber ausschliesslich die Situation im Talboden und lässt die Hänge ausser acht, gibt es einzelne Standorte, die überdurchschnittlich mit Schwermetallen und organischen Schadstoffen belastet sind. So übersteigt der Median von PAK (342 mg/kg) diesen schweizerischen Hintergrundbereich um einiges. An den Hängen hingegen liegen die Mediane deutlich darunter mit 65 µg/kg (Hang oberhalb Davos) und 45 µg/kg (Hang oberhalb Frauenkirch).

Bei den PCB liegen die Werte in der Landschaft Davos durchschnittlich 15 Mal tiefer als der schweizerische Hintergrundwert für unbelastete Böden (von 10 µg/kg).

### *Räumliche Verteilung auf Tal- und Hangtranssekten*

Alle in der Region Davos gefundenen Richtwertüberschreitungen von Schwermetallen und organischen Schadstoffen stammen aus dem Talboden .

### *Höhenabhängigkeit*

Bei den Schwermetallen konnte eine generelle Abnahme der Konzentration mit steigender Höhenlage festgestellt werden.

Eine Höhenabhängigkeit der Schadstoffverteilung konnte für einzelne PCB festgestellt werden:.

Die leichtflüchtigen PCB 28 und 52 kommen fast ausschliesslich an den Hangstandorten vor, die höher chlorierten, schwerflüchtigen PCB 138 und 153 hingegen hauptsächlich im Talboden.

### *Windverfrachtung*

Am Hang oberhalb von Frauenkirch ist eine höhere Belastung mit PCB 28 zu verzeichnen als am Hang oberhalb von Davos, was mit einer Verfrachtung talabwärts in der Hauptwindrichtung zu erklären ist. In der Taltranssekte ist kein Unterschied der PAK- und PCB-Belastung der Böden zwischen den verschiedenen Talabschnitten festzustellen.

Berichte:

Amt für Umweltschutz Graubünden

Fallstudie Siedlungsgebiete in Graubünden, Berichte über die Bodenuntersuchungen im Bündner Rheintal und in der Landschaft Davos:

1. Teil: Schwermetalle (November 1997); 2. Teil: Organische Schadstoffe ( November 1998).



# Monitoring Contaminated Agricultural Soils and Domestic Gardens using Mass Flux Analysis

Armin Keller, Berchtold von Steiger, and Rainer Schulin  
Soil Protection, Institute of Terrestrial Ecology, ETH Zürich

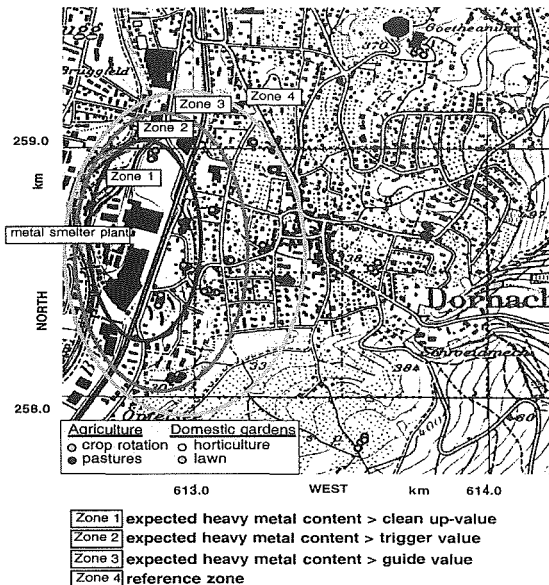
## Introduction

Urban and suburban soils are concerned with heavy metal accumulation resulting from heavy metal input by non-point and point sources. For instance, heavy metal accumulation in agroecosystems or domestic gardens originate mainly from soil amendments, e.g. manure, commercial fertilizers, compost, pesticides, sewage sludge as well as from atmospheric deposition. In contrast to rural areas urban and suburban soils are especially exposed to air emissions by industrial activities and by traffic or being concerned with soil movement and soil deposition from construction sites.

The current state of the soil quality is most commonly investigated by soil ground surveys. The objective of this poster is to estimate the dynamic state of heavy metals in soil using mass flux analysis.

## Sampling Design

As a test region we chose the heavy metal contaminated area of Dornach, Switzerland. The soil contamination originates from a metal smelter emitting aerosols containing copper, zinc and cadmium during several decades. The contaminated area is about 4–5 km<sup>2</sup> and comprises mainly agricultural land and residential areas. The results are given for the total cadmium and copper concentrations in soil.

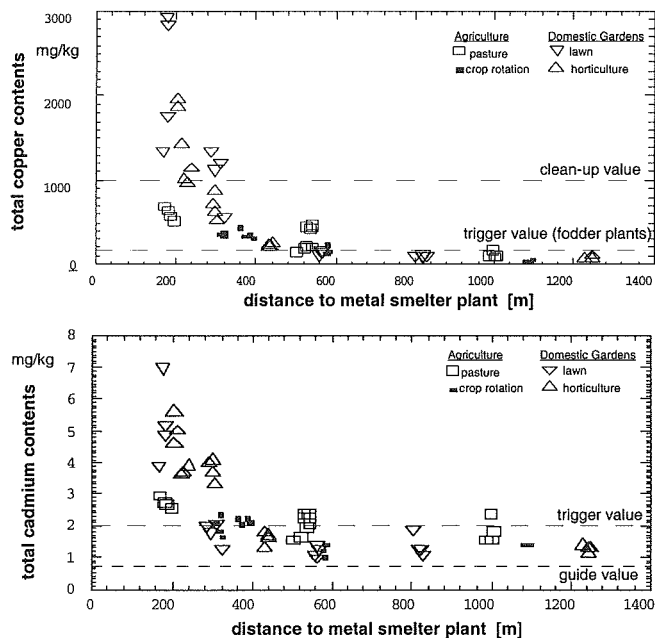


In order to predict the remediation fluxes at the scale of the contamination area, we investigated 8 agricultural fields (crop rotation and pastures) and 8 domestic gardens (horticulture and lawn). Four bulked samples were taken within each site by stratified random sampling. The heavy metal concentrations in the soil (Cu, Zn and Cd) as well as in the gardens compost, and the soil parameters dominating the sorption of these metals were measured. For these 8 fields and 8 gardens we used data on the heavy metal inputs specific to the type of land use (manure, fertilizers, sewage sludge, compost, pesticides, and deposition) to calculate the actual input heavy metal fluxes.

## Results

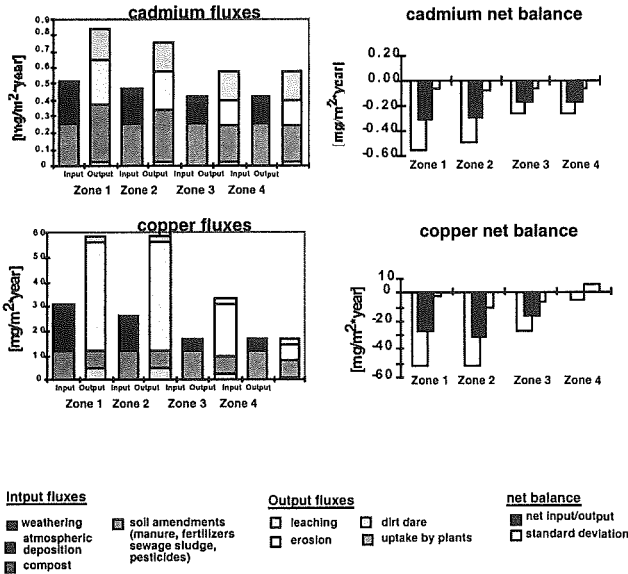
### soil concentrations

The average values of soil parameters indicate a rather large sorption capacity (pH: 6.8, CEC: 22.7 meq/100g, clay: 29.5%, organic matter: 7.2%, carbonate 7.4%), therefore, average soluble metal concentrations in soil were fairly low. The spatial pattern of the total metal concentrations in soil (s. figure) revealed the distance-relationship to the smelter plant as well as the effect of the land-use types. The within-field variation of the total metal concentrations was in general larger in domestic gardens than in agricultural soils.



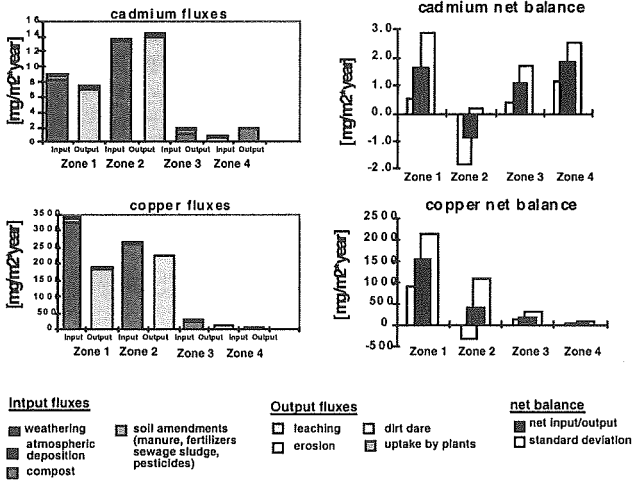
### metal balances of crop rotation fields

Soil amendments (commercial fertilizers and manure) as well as atmospheric deposition are the most important cadmium input sources. The net balance indicates that with higher cadmium concentration in soil the net export of cadmium by plant uptake, soil erosion and leaching is increasing. The important copper inputs are manure and atmospheric deposition. Soil erosion seems to be the dominating process for the copper net balance. Both metal balances show the tendency for an export of cadmium and copper.



### metal balances of horticulture sites

For both the cadmium and the copper fluxes the compost-cycling is the most relevant process. The metal concentrations in soil and compost were strong correlated. The net balances indicate a net metal accumulation in horticultural soils. The cadmium and copper fluxes in horticulture are in order of magnitude higher than in crop rotation.



## Conclusions

Mass flux balances for contaminated soil revealed decreasing cadmium and copper concentrations in crop-rotation fields, pastures and lawn. In horticulture beds the metal balances indicated a net metal accumulation (s. figure below). In contaminated soils metal fluxes are dominated by inputs and outputs of soil particles (dirt dare, compost, erosion) and by enhanced plant uptake. With decreasing soil contamination metal input sources like soil amendments (manure, fertilizers) or atmospheric deposition become more important. The heavy metal fluxes in horticulture beds are in order of magnitudes higher compared to the other land-use types. The estimated standard deviations of the net metal balances were in the same order of magnitude as the calculated metal fluxes.

## References

- Moolenaar SW. 1998. Sustainable Management of Heavy Metals in Agro-ecosystems. PhD thesis. Wageningen Agricultural University. The Netherlands.
- Reiner I., C. Lampert et.al. 1996. Stoffbilanzen landwirtschaftlicher Böden von ausgewählten Betriebstypen bei Verwendung von Klärschlamm und Kompost. Wien, TU Wien. Institut für Wassergüte und Abfallwirtschaft (AWS).
- Schütze G. and H. D. Nagel. 1998. Kriterien für die Erarbeitung von Immissionsminderungszielen zum Schutz der Böden und Abschätzung der langfristigen räumlichen Auswirkungen anthropogener Stoffeinträge. UBA Texte 19/98.
- von Steiger, B. and J. Obrist. 1993. Available Databases for Regional Mass Balances in Agricultural Land. In: Soil Monitoring. Schulin R., A. Desaules, R. Webster, and B. von Steiger (eds.). Birkhäuser Verlag Basel. p. 35-46.
- von Steiger B., Keller A. and Schulin R. 1997. Regional mass flux balancing for controlling gentle soil remediation operations. Nutrient Cycling in Agroecosystems 50. p. 303-306.

## Mobilization of Zn and Cd in three Swiss Soils

- A Tool to enhance the Remediation of contaminated Soils by Use of Plants -

A. Kayser<sup>1</sup>, R. Schulin<sup>1</sup> and H.R. Felix<sup>2</sup>

### Introduction

Pollution of soils by heavy metals is of considerable concern with respect to health risks and devaluation of land. In recent years, a number of authors have proposed the use of metal accumulating plants for soil remediation (Kumar et al., 1995). However, a major limitation for the phytoextraction of heavy metals - besides the lack of suitable plants - is their reduced availability to plants in soils high in pH or rich in metal adsorbing components. It has therefore been suggested to increase the mobility of heavy metals by either adding chelates to soil (Blaylock et al., 1997) or lowering soil pH (Wasay et al., 1998). Both methods, however, may be subject to both practical and legal restrictions.

In our project, we developed a method to increase Zn and Cd availability to plants through application of elemental sulphur to soils. Elemental sulphur is oxidized by soilborne microorganisms, mainly *Thiobacilli*. As a result of this process, protons are released to the soil solution. In this study, we investigated the effect of an elemental sulphur application on soil pH and the mobility of Zn and Cd in three Swiss soils in batch and pot experiments.

### Material and Methods

In the batch studies, 10 g soil (<2mm) was mixed with S<sub>8</sub>, placed in Erlenmeyer beakers containing 100 ml H<sub>2</sub>O<sub>deion</sub> and shaken at 120 rpm at 25°C. Suspension samples were taken at different time intervals by use of a syringe, centrifuged and filtered (0.45µm). An equivalent amount of H<sub>2</sub>O<sub>deion</sub> was added to make up the initial soil : water ratio. Samples were analyzed for Zn and Cd concentrations. pH was measured in suspension.

In the pot experiments, soil was sieved to <1cm, mixed with sulphur and filled into 1.5 l pots. Pots were kept in a climate chamber at 20°C/16°C, 16 h/8 h per day, respectively. *Nicotiana tabacum* and *Zea mays* were cultivated for 55 and 43 days, respectively. NaNO<sub>3</sub>-extractable Zn and Cd were determined before and after the experiment.

**Table 1:** Selected soil properties

Site	Soil type	pH	CaCO <sub>3</sub>	C <sub>org</sub>	Clay (%)	Silt	Sand	CEC <sub>pot</sub> meq 100g <sup>-1</sup>	Cd <sub>tot</sub>	Zn <sub>tot</sub>	Cd <sub>sol</sub> mg kg <sup>-1</sup>	Zn <sub>sol</sub>
Ziefen	Cambisol	7.2	6.4	3.3	27.2	53.6	19.2	58.2	7.8	130	0.004	n.d.
Dornach	Anthrosol	7.4	13.4	4.2	31.8	50.0	18.2	51.9	2.8	695	0.003	0.08
Rafz	Luvisol	6.8	0.6	1.6	18.4	27.6	54.0	16.9	0.9	813	0.007	5.8

### Results I - Batch Experiments

Oxidation of S<sub>8</sub> and subsequent acid production started after a short lag-period of approximately 48 hours. A decrease in pH was observed in the Rafz and Ziefen soil, whereas in the Dornach soil, pH remained constant. Subsequent to the lower pH in the Ziefen and Rafz soil, Zn and Cd were released from the soil matrix. No such increase in heavy metal mobility was observed for the Dornach soil.

<sup>1</sup> ETH Zurich, Institute of Terrestrial Ecology, Soil Protection, Grabenstrasse 3, CH-8952 Schlieren

<sup>2</sup> Metallophag GmbH, Bündtenstrasse 20, CH-4419 Lupatzen

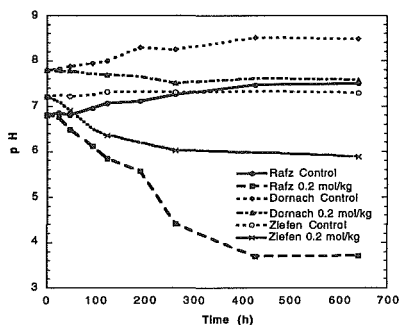


Figure 1: pH in three soil suspensions after elemental sulphur application

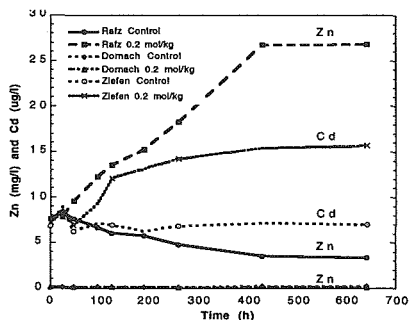


Figure 2: Zn and Cd (mg/l) in soil suspensions after elemental sulphur application

## Result II - Pot Experiments

In the pot experiment, the decrease in pH observed was more pronounced compared to the batch studies and was also observed in the Dornach soil. An increase in  $\text{NaNO}_3$ -extractable Zn and Cd could be recorded in all soils (data not shown). Plant uptake of Zn and Cd by both test plants increased with higher amounts of sulphur applied in the Ziefen and Rafz soil. The situation for the Dornach soil was less clear, despite the increase observed in the  $\text{NaNO}_3$ -extractions. Metal concentrations in plant tissue were generally higher in tobacco.

Table 2: pH (appr. 600 h after  $\text{S}_2$ -application) and plant tissue Zn and Cd concentrations ( $\text{mg kg}^{-1}$  dry matter)

Treatment	Ziefen			Dornach				Rafz				
	pH	$\text{Cd}_t$	pH	$\text{Zn}_t$	$\text{Zn}_m$	$\text{Cd}_t$	$\text{Cd}_m$	pH	$\text{Zn}_t$	$\text{Zn}_m$	$\text{Cd}_t$	$\text{Cd}_m$
Control	7.24	4.2	7.0	112	164	2.3	0.7	6.6	449	353	4.1	0.5
$50\text{mmol kg}^{-1}$	-	28.8	6.3	106	217	3.1	1.0	5.0	3267	1226	16.6	0.8
$100\text{mmol kg}^{-1}$	5.9	62.8	5.7	118	208	2.6	1.3	4.6	3605	1784	15.5	1.0
$200\text{mmol kg}^{-1}$	4.9	73.2	5.7	104	191	2.7	1.2	4.4	3531	1751	15.2	0.9

$T = N. tabacum, m = Z. maize$

## Discussion

The results indicate that elemental sulphur is capable of lowering soil pH in soils with low buffering capacity, as has previously been shown by Tichy et al. (1997), and subsequently enhance Zn and Cd bioavailability. Thus, this method could be used in phytoremediation, if suitable plants were available. Practical and ecological limitations apply, however, if sulphur was to be used in well buffered soils, such as the Dornach soil studied here.

## References

- Blaylock, M.J., D.E. Salt, S. Dushenkov, O. Zakharova, C. Gussman, Y. Kapulnik, B.D. Ensley and I. Raskin (1997): Enhanced accumulation of Pb in Indian mustard by soil-applied chelating agents. *Environ. Sci. Technol.* 31, 860-865.
- Kumar, P.B.A.N., Dushenkov, V., Motto, H., and Raskin, I. (1995): Phytoextraction: The use of plants to remove heavy metals from soils. *Environ. Sci. Technol.* 29:1232-1238
- Tichy, R., Fajtl, J., Kuzeš, S., Kolar, L. (1997): Use of elemental sulphur to enhance a cadmium solubilization and its vegetative removal from contaminated soil. *Nutrient cycling in Agroecosystems* 46:249-255
- Wasay, S.A., Barrington, S.F., Tokunaga, S. (1998): Remediation of Soils polluted by Heavy Metals using Salts of organic Acids and chelating Agents. *Environmental Technology* 19:369-380

## Pflanzen als gefährdungsabweisende Massnahmen auf schwermetall-belasteten Landwirtschaftsböden

Urs Geissbühler, Kathrin Wenger, Satish-Kumar Gupta  
 Eidg. Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL), Institut für Umweltschutz und Landwirtschaft (IUL), Liebefeld, 3003 Bern

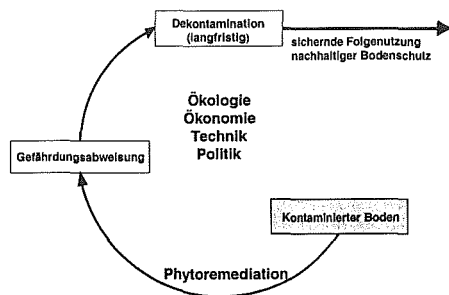
### Résumé

#### Des plantes pour prévenir les menaces dues aux métaux lourds

Une atteinte des sols agricoles par les métaux lourds provoque une réduction de leur fertilité ainsi qu'un danger pour l'homme, la faune et la flore. Une restriction de l'utilisation des sols devrait prévenir ces menaces. La capacité de trois matières premières renouvelables, *Miscanthus sinensis*, *Salix viminalis*, et *Helianthus annuus*, à stabiliser et à extraire la fraction mobile des métaux lourds mobile a été évaluée. Des mesures sont proposées.

### Ausgangslage

Trotz vorsorglichem Bodenschutz sind in der Schweiz über 10'000 ha Boden mit einem oder mehreren anorganischen Schadstoffen belastet. Mit zunehmendem Schadstoffgehalt kann der Boden eine Gefahrenquelle für Menschen, Tiere oder Pflanzen darstellen. Die Schwelle zu einer solchen möglichen Gefährdung stellen die in der VBBo (1998) festgelegten Prüfwerte dar. Sind diese überschritten, so untersuchen die Kantone den betreffenden Standort im Hinblick auf die vermutete Gefährdung. Falls eine solche vorhanden ist, schränken die Kantone die Nutzung auf der betroffenen Fläche in dem Masse ein, dass die Gefährdung abgewiesen wird.



Im Sinne eines nachhaltigen Bodenschutzes ist es wichtig Nutzungsalternativen zu ermitteln, welche die Rettung der Bodenqualität erlauben. Die Massnahmen sollen die die Bodenfruchtbarkeit bestimmenden Eigenschaften weitgehend intakt lassen oder wenn möglich wiederherstellen. Eine Möglichkeit ist die Phytoremediation: Die Anwendung von Pflanzen zur Reinigung der Umwelt und zur Gefahrenabweisung von toxischen Substanzen.

## Gefährdungsabweisende Massnahmen

Phytoremediation wird als Überbegriff für die Anwendung von speziell geeigneten Pflanzen zur Reinigung der Umwelt und zur Gefahrenabwehr von toxischen Substanzen verwendet. Darunter fallen die Phytoextraktion sowie die Phytostabilisierung. Bei der Phytoextraktion werden schwermetallhyperakkumulierende bzw. –akkumulierende Pflanzen eingesetzt, die in der Lage sind, hohe Konzentrationen von bestimmten Schwermetallen aufzunehmen und diese in ihren Wurzeln oder Sprossen anzusammeln. Durch Ernte dieser Pflanzen erfolgt eine Dekontamination des Bodens. Mit der Phytostabilisierung strebt man eine verringerte Mobilität der Schadstoffe im Boden an (Vangronsveld & Cunningham, 1998). Durch Pflanzung von geeigneten schadstofftoleranten Pflanzen kann einerseits eine Stabilisierung des Bodengefüges und andererseits eine Verringerung des Sickerwassers mittels erhöhter Evapotranspiration erreicht werden. Dadurch soll verhindert werden, dass grössere Schadstoffmengen durch Bodenerosion verfrachtet bzw. in Oberflächengewässer gelangen, oder im Boden mobile Schadstofffraktionen durch Versickerung ins Grundwasser eingetragen werden. Da eine Dekontamination schwermetall-belasteter Böden mit Hilfe der Phytoextraktion nach heutigem Stand der Kenntnisse noch sehr viel Zeit benötigt, wird als Handlungsalternative der Einsatz von Pflanzen vorgeschlagen, die sich einerseits für die Phytoremediation (Phytostabilisierung und/oder Phytoextraktion) eignen, gleichzeitig aber auch als nachwachsende Rohstoffe genutzt werden können. Das Ziel ist, schwermetalltolerante Pflanzen im Nicht-Nahrungsmittel- und –Futtermittelbereich zu finden, die den Schutz von Mensch, Tier und Pflanzen gewährleisten und zudem erlauben, die Bodenqualität zu bewahren bzw. wiederherzustellen.

## Vielversprechende Pflanzen

Im folgenden werden drei vielversprechende Pflanzen hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit und Praktikabilität kurz vorgestellt:

- Chinaschilf (*Miscanthus sinensis*)  
Chinaschilf nimmt nur geringe Mengen Schwermetall in die oberirdischen Pflanzenteile auf, eignet sich aber nach Vollaufwuchs zur Phytostabilisierung. Der Anbau von Chinaschilf ist wirtschaftlich von Interesse, da hohe Subventionen (für nachwachsende Rohstoffe) ausbezahlt werden. Bereits bei mittleren Erträgen (ca. 15 t/ha \* a) wirft Chinaschilf, auch ohne Bundesbeiträge, einen Gewinn ab (Wolfensberger & Dinkel, 1997). Zudem liegt die Bewirtschaftung dieser Kultur in einem durchführbaren Rahmen, da herkömmliche Geräte und Methoden verwendet werden können. Der Anbau von Chinaschilf ist über 16 Jahre (oder länger) möglich.
- Sonnenblume (*Helianthus annuus*)  
Sonnenblumen besitzen zusätzlich zur Stabilisierung die Fähigkeit dem Boden Schwermetalle zu entziehen und hauptsächlich in ihren Wurzeln und Blättern anzureichern. Durch die Ernte der gesamten Pflanze kann ein Beitrag zur Dekontamination des Bodens geleistet werden. Das Pflanzenöl kann für industrielle Zwecke genutzt werden. Auch bei der Sonnenblume werden die anfallenden Kosten durch die geleisteten Subventionen gedeckt (Wolfensberger & Dinkel, 1997) und die Bewirtschaftung kann mit herkömmlichen Geräten und Methoden bewerkstelligt werden. Allerdings ist die Sonnenblume an eine Fruchtfolge gebunden.



- Weide (*Salix viminalis*)

Die Weide kann wie die Sonnenblume dem Boden Schwermetalle entziehen und zu einem grossen Anteil in ihren Blättern ansammeln. Durch die jährliche Entsorgung des Laubes kann über die lange Anbaudauer der Weide eine - zumindest teilweise - Dekontamination des Bodens erreicht werden. Der Anbau von Weiden als Weidenplantagen im Kurzumtrieb von 3-5 Jahren ist gut über 20 bis 30 Jahre möglich. Wirtschaftlich gesehen ist die Weide allerdings weniger interessant als Chinaschilf, da sie mit der neuen Agrarpolitik (2002) des Bundes aus dem Subventionsrahmen herausfällt. Auch unter heutigen Bedingungen sind die jährlich erteilten Bundesbeiträge nur halb so hoch, wie etwa für Chinaschilf. Obwohl die Kultivierung von Weidenplantagen arbeitsexensiv wäre, erfordern die für die Ernte anzuschaffenden Spezialmaschinen grosse Investitionskosten.

### **Ergänzende Massnahmen**

Die beschriebenen Kulturen erfüllen in den meisten Fällen die Anforderung an eine Gefährdungsabweisung. Bei sehr hohen Gehalten an mobilen Schwermetallen kann es allerdings notwendig werden, durch Zusätze (z.B. Aufkalken oder Zugabe von Bindemitteln) die Schwermetalle im Boden zu immobilisieren (siehe Krebs, 1996). Durch diese Sicherungsmassnahmen wird allerdings der Totalgehalt an Schwermetallen im Boden nicht verringert.

Im Gegensatz zu den Sicherungsmassnahmen soll bei einer Bodendekontamination (z.B. Phytoextraktion) der Totalgehalt an Schwermetallen gesenkt werden. Einschränkend auf die Schwermetallxtraktionsleistung von Pflanzen kann sich die in Landwirtschaftsböden oft geringe Bioverfügbarkeit der Metalle auswirken. Durch eine kontrollierte Mobilisierung soll der Schwermetallentzug durch ertragsreiche Pflanzen gesteigert werden. Durch Einsatz von organischen Säuren bzw. Komplexbildnern können Schwermetalle im Boden pflanzenverfügbar gemacht werden. Da die ausgewählten organischen Substanzen nach einer gewissen Zeit natürlicherweise abgebaut werden, erfolgt keine unerwünschte Anreicherung. Es besteht aber die Gefahr einer Metallauswaschung und damit einer Verlagerung in tiefere Bodenschichten. Deshalb müssen die Mobilisierungsmittel kontrolliert zugegeben werden. Darunter ist eine Anpassung der Dosierung sowie der Anwendungshäufigkeit der organischen Mobilisierungsmittel an die Schwermetallaufnahmefähigkeit der angewandten Pflanze zu verstehen (Wenger et al., 1997). Vorgängig einer vorbehaltlosen Anwendung der Mobilisierungstechnik zuvor, müssen allerdings noch weitere Untersuchungen erfolgen.

### **Zusammenfassung und Ausblick**

Der Einsatz von Pflanzen und evt. weiterer Zusatzstoffe kann eine Handlungsalternative zu konventionellen Bodensanierungen, welche oft mit völligem Verlust des fruchtbaren, natürlich gewachsenen Bodens verbunden sind, darstellen. Bei Wahl von geeigneten Pflanzen kann sogar langfristig zur Dekontamination der betreffenden Standorte beigetragen werden.

Um den Weg einer nachhaltigen Restaurierung belasteter Böden gehen zu können, wäre eine aktive Förderung dieser sanften Bodenbehandlungsmassnahmen wünschenswert,

z.B. durch Bundesbeiträge und/oder Kollaboration mit der Wirtschaft. Wichtig wäre auch eine weitere Überprüfung der hier vorgestellten Massnahmen an verschiedenen Standorten durch Praxis und Forschung.

## Literatur

Krebs, R. (1996): In situ Immobilization of Heavy Metals in Polluted Agricultural Soil – an Approach to Gentle Soil Remediation, Diss. ETH No. 11838, Zürich, 110 S.

Vangronsveld, J. & Cunningsham, S.D., Hrsg. (1998): Metal-Contaminated Soils: In Situ Inactivation and Phytoremediation. Berlin, Heidelberg, New York, 265 S.

VBBö (1998): Verordnung über Belastungen des Bodens, SR 814.12, Schweizerischer Bundesrat, Bern

Wenger, K. , & Gupta, S.K. (1997): Kann eine kontrollierte Mobilisierung die Phytotextraktion von Schwermetallen wesentlich erhöhen? Bulletin BGS 21, pp.91-96

Wolfensberger, U. & Dinkel, F. (1997a): Beurteilung nachwachsender Rohstoffe in der Schweiz in den Jahren 1993-1996, Bern, 230 S.

Wolfensberger, U. & Dinkel, F. (1997b): Beurteilung nachwachsender Rohstoffe. Anhänge, Bern, 512 S.

## Arsenakkumulation verschiedener Nutzpflanzen in Nährlösung

P. Gulz, S.K. Gupta

Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL), Institut für Umweltschutz und Landwirtschaft (IUL), 3003 Bern-Liebefeld

### Ausgangslage

Die humantoxische Wirkung des Arsens ist bereits seit Jahrhunderten bekannt, von seiner ökotoxikologischen Wirkung weiss man erst seit etwa vier Jahrzehnten. Arsen kann in sulfidhaltigen Gesteinen, Erzen und Tiefseetonen angereichert sein und als Folge dessen zu erhöhten geogenen Grundwasser-Belastungen führen - wie in West-Bengalen, Bangladesch, Chile und Taiwan. Darüber hinaus hat der intensive Einsatz arsenhaltiger Stoffe in der Industrie und Landwirtschaft in vielen Ländern zu erheblichen anthropogenen Kontaminationen der Böden und Grundwässer geführt.

In der Schweiz ist derzeit über die vergangenen und gegenwärtigen Arsen-Einträge in die Umwelt und ihre Auswirkungen auf die Qualität der Grundwässer, Böden und Pflanzen wenig bekannt. Zur Untersuchung dieser Auswirkungen wurde 1998 ein vom Schweizer Nationalfonds finanziertes Forschungsprojekt zwischen der Universität Lausanne, der ETH Zürich und dem Institut für Umweltschutz und Landwirtschaft (IUL) gestartet. Im Rahmen dieses Projektes sollen die wissenschaftlichen Grundlagen, die nötig sind um Belastungen schweizerischer Böden durch Arsen aus Sicht des Bodenschutzes bewerten zu können, erarbeitet werden. Der Schwerpunkt des Teilprojektes am IUL liegt bei der Untersuchung der Pflanzenverfügbarkeit und Mobilität von Arsen im Boden.

### Zielsetzung

Pflanzenarten reagieren sehr spezifisch auf dasselbe Arsen-Angebot im Boden. Aus der Literatur sind arsenakkumulierende Kräuter und Gräser [1] bekannt. Über die Arsenaufnahme von Nutzpflanzen herrschen allerdings konträre Meinungen [2]. Der durchgeführte und hier vorgestellte Nährlösungsversuch hat zum Ziel, verschiedene in der Schweiz kultivierte Nutzpflanzen auf ihre Arsen-Aufnahme hin zu untersuchen.

### Nährlösungsversuch

In gut durchlüfteten Böden liegt Arsen hauptsächlich als Arsenation vor [3], welches sich in der Molekülstruktur kaum vom Phosphat unterscheidet. Es wird angenommen, dass diese beide Anionen deshalb über das gleiche Aufnahmesystem in die Pflanzenwurzel aufgenommen werden [4]. Dieser Kenntnis folgend wurden Pflanzen mit einem hohen Phosphatbedarf und einer hohen Biomassenproduktion – im Hinblick auf einen möglichen Einsatz dieser Pflanzen in der Phytosanierung – für diesen Versuch ausgewählt.

Luzerne, Mais, Raigras, Raps, Senf und Soja wurden im nährstofffreien Medium (Sandbad) angesät. Nach 28 Tagen erhielten sie eine 0,1% Hoagland-Nährlösung. Ihr wurde kein Phosphat zugesetzt, um Konkurrenz bei der Aufnahme in die Pflanzenwurzel zu verhindern. Die zugegebenen Arsenkonzentrationen richteten sich nach dem schweizerischen Hintergrundwert für Arsen (2 ppm) [5] und dem von Sauerbeck angegebenen Arsen-Transferkoeffizienten von 0.1-0,01 [6]. Die Konzentrationen der Nährlösung waren: 0 mg/l Arsen (Kontrolle zur Erkennung auftretender Phosphatmangelerscheinungen), 0,2 mg/l (As-Hintergrundwert mit Sauerbeck-Transferkoeffizient 0,1), 2 mg/l und 20 mg/l. Die Pflanzen blieben sieben Tage in arsenhaltiger Nährlösung, die nach drei Tagen erneuert wurde.

## Ergebnisse

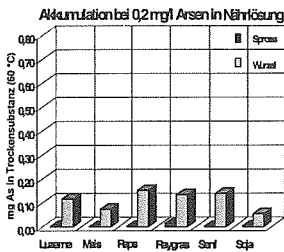


Fig. 1

### Arsenaufnahme bei 0,2 mg/l:

Alle Pflanzen akkumulieren Arsen hauptsächlich in der Wurzel; Luzerne, Raps, Raygras und Senf nehmen das gesamte Arsen aus der Nährlösung auf, Mais und Soja 30 Prozent. Im optischen Vergleich zu den Kontrollpflanzen zeigen nur Mais und Soja beginnende Chlorosen der Blätter.

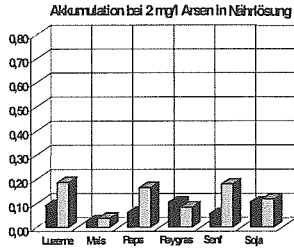


Fig. 2

### Arsenaufnahme bei 2 mg/l:

Die Pflanzen nehmen total mehr Arsen auf als in Fig.1, die Akkumulation in der Wurzel erhöht sich allerdings nur geringfügig. Der Transport des Arsens von der Wurzel in den Spross hingegen gewinnt an Bedeutung. Infolgedessen sind der Spross von Luzerne, Mais, Raygras und Soja entfärbt und verwelkt.

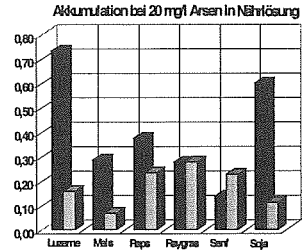


Fig. 3

### Arsenaufnahme bei 20 mg/l:

Alle Pflanzen transportieren das Arsen vor allem in den Spross. Infolgedessen ist er bei allen Pflanzen dürr und entfärbt. Das Wurzelwachstum ist von Beginn an stark gehemmt. Alle Wurzeln zeigen Schädigungen; beim Mais und bei der Soja beginnen sich die Wurzeln bereits zu zersetzen.

## Fazit

Entgegen geltenden Meinungen, die Arsen-Aufnahme von Kulturpflanzen sei unbedeutend [6], wurde hier gezeigt, dass die ausgewählten Pflanzen in der Lage sind hohe Arsen-Mengen aufzunehmen, falls das Arsen in bioverfügbarer Form vorliegt.

Bei niedrigen Arsengehalten überwiegt die Arsen-Akkumulation in der Wurzel, mit steigender Arsen-Konzentration in der Nährlösung nimmt der Transport in den Spross zu. Verantwortlich für diesen Effekt ist vermutlich die zunehmende Wurzelschädigung, die dazu führt, dass die Pflanzen alle ihnen zur Verfügung stehenden Nährstoffe mobilisieren um ihren Stoffwechsel aufrecht zu erhalten. Im weiteren Verlauf werden die Pflanzen in Gefäß- und Säulenversuchen auf arsenkontaminierten Böden getestet, um die Ergebnisse aus dem Nährlösungsmedium zu überprüfen.

## Literatur

- [1] Otte, M.L., et al, »Uptake of Arsenic by Estuarin Plants and Interactions with Phosphate«, *Sci. Total Environ.* 97/98, S. 839-954, 1990
- [2] Feller, K.A., »Arseneliminierung – Biotechnologische Konzepte«, Wehrwissenschaftliche Dienststelle der Bundeswehr für ABC-Schutz, 1991
- [3] Otte, M.L., W.H.O. Ernst, »Arsenic in Vegetation of Wetlands«, in J.O.Nriagu (Ed.), »Arsenic in the Environment, Part I: Cycling and Characterization«, S. 365-379, New York, 1994
- [4] Asher, C.J., P.F. Reay, »Arsenic Uptake by Barley Seedlings«, *J. Plant Physiol.*, 6, S. 455-466, 1979
- [5] Desaultes, A., 1999, mündliche Mitteilung
- [6] Sauerbeck D., Funktionen, Güte und Belastbarkeit des Bodens aus agrilkulturchemischer Sicht, Stuttgart, 1985

# Beurteilung von organischen Schadstoffen im Boden

## Fallbeispiel PAK

Markus Hämman<sup>1</sup>, Satish K. Gupta, Katharina Häberli<sup>2</sup>

Institut für Umweltschutz und Landwirtschaft, Liebefeld, 3003 Bern

<sup>1</sup> gegenwärtig: Geotechnisches Institut AG, Niklaus-Konrad-Strasse 8, 4500 Solothurn

<sup>2</sup> gegenwärtig: Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, 3003 Bern

### Einleitung

In der Verordnung über Belastungen des Bodens (VBBo 1998) finden Richt-, Prüf- und Sanierungswerte für organische Schadstoffe Eingang. Das Risikokonzept zur Beurteilung von Schadstoffen im Boden (Vollmer und Gupta, 1995) sowie die Methoden zur Herleitung von Regelungswerten für anorganische Schadstoffe von Hämman und Gupta (1997) wurden entsprechend den Erfordernissen organischer Schadstoffe erweitert und angepasst. Am Fallbeispiel Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) wurde analog zu den Prüf- und Sanierungswerten für anorganische Schadstoffe die Herleitung der entsprechenden Regelungswerte transparent dargestellt. Die Arbeiten sind in Häberli et al. (1998) publiziert.

### Beurteilung der Bodenrelevanz organischer Schadstoffe

Sie beruht auf einer umfangreichen Literaturstudie. Es wurden verschiedene Methoden vorgestellt, wie ein potentieller organischer Schadstoff als bodenrelevant identifiziert werden kann. Wesentliche Bedingungen sind das Mass des Eintrags, das Anreicherungs- und Abbauverhalten sowie die toxische Wirkung auf und die Verfügbarkeit für Menschen, Tiere und Pflanzen. Es zeigte sich, dass die Selektion bodenrelevanter organischer Schadstoffe aufgrund der chemisch-physikalischen Eigenschaften ein noch ungelöstes Problem darstellt. Die Verfügbarkeit eines organischen Schadstoffs für einen Organismus wird meist mit einem einfachen rechnerischen Ansatz in Abhängigkeit des Gehalts an organischer Substanz im Boden vorgenommen. Analytische Methoden zur Bestimmung der verfügbaren Fraktion – analog dem NaNO<sub>3</sub>-Extrakt bei den anorganischen Schadstoffen – liegen erst in Ansätzen vor.

## **Leitsubstanzen**

Organische Schadstoffe werden meist mittels einer Leitsubstanz beurteilt. Bedingung ist, dass die Leitsubstanz sowohl hinsichtlich ihres Anteils am Gesamtgemisch als auch ihrer Toxizität für das Gesamtgemisch repräsentativ ist. Oft thematisiert werden auch die Wirkung von Abbauprodukten organischer Substanzen sowie Mehrfachkontaminationen. Beurteilungskonzepte fehlen jedoch weitgehend.

## **Konsequenzen für Forschung und Vollzug**

Es ist notwendig, die Forschungsbemühungen im Bereich der Identifikation organischer Schadstoffe zu intensivieren und vor allem zu koordinieren. Den Massnahmen an der Quelle kommt besondere Bedeutung zu. Wünschenswert ist auch eine Koordination der Bodenbeobachtung von Bund und Kantonen. Im weiteren wurde festgestellt, dass die in verschiedenen bundesrätlichen Verordnungen enthaltenen Regelungswerte ungenügend aufeinander abgestimmt sind und die Art und Weise der Festsetzung nicht dokumentiert oder nicht bekannt ist.

Im Gegensatz zu anorganischen Schadstoffen werden organische abgebaut und können deshalb eine stimulierende Wirkung auf die Mikrofauna haben. Die Wegleitung zur Beurteilung der Bodenfruchtbarkeit, welche für die Herleitung von Richtwerten verwendet wurde, trägt diesem Aspekt keine Rechnung und sollte im Hinblick auf die Beurteilung organischer Schadstoffe überarbeitet werden.

## **Gefährdungsabschätzung bei organischen Schadstoffen**

Bei der Beurteilung der Wirkung organischer Schadstoffe auf die menschliche Gesundheit muss zusätzlich die Kanzerogenität berücksichtigt werden. Bei den Wirkungspfaden Nahrungspflanzen und Futterpflanzen erfolgt die Beurteilung analog zu den anorganischen Schadstoffen mit Hilfe von Toleranzwerten für Nahrungsmittel bzw. Höchstgehalten in Futtermitteln. Allerdings sind in den entsprechenden Verordnungen nur sehr wenige Bewertungskriterien enthalten. Bei der Datenauswertung werden verschiedene Aufnahmepfade berücksichtigt: Wurzelaufnahme und Translokation in die oberen Pflanzenteile, Wurzelaufnahme und Verlagerung in die Ölzellen (v.a. Wurzelgemüse), anhaftender Staub und Bodenmaterial und Aufnahme in die Kutikula sowie die Aufnahme gasförmiger Schadstoffe aus dem Boden in oberirdische Pflanzenteile.

Beim Wirkungspfad direkte Bodenaufnahme wird zwischen oraler, inhalativer und dermalen Aufnahme des Schadstoffs unterschieden. Bei Kanzerogenen werden, sofern vorhanden, Krebsfaktoren angewandt. Sie stellen ein Mass für das Krebsrisiko bei einer Standardexposition dar. Mit Hilfe einer quantitativen Expositionsanalyse kann der maximal zulässige Bodengehalt berechnet werden. Die Bandbreite der berechneten Regelungswerte ist wegen der Unsicherheiten bei den Eingangsgrössen sehr gross. Zur Validierung fehlen entsprechende epidemiologische Studien. Auch eine politisch-gesellschaftliche Diskussion über die Höhe des durch organische Schadstoffe im Boden bedingten akzeptablen Zusatzrisikos für die Bevölkerung ist ausstehend.

### **Fallbeispiel Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe PAK**

Die Beurteilung von PAK im Boden erfolgt mittels der Leitsubstanz Benzo(a)pyren (BaP) wie auch der 16 EPA-PAK. Es wurden jeweils ein Wert für BaP alleine und für die 16 EPA-PAK vorgeschlagen.

Als Basis zur Herleitung der Richtwerte wurden ökotoxikologische Experimente mit Regenwürmern, Collembolen, Mikroorganismen sowie Messungen von Ertragsminderungen bei Nutzpflanzen beigezogen. Um dem vorsorglichen Charakter des Richtwerts Rechnung zu tragen wurden Sicherheitsfaktoren der US-EPA in die Herleitung einbezogen. Die vorgeschlagenen Richtwerte sind bereits heute grossflächig überschritten, vor allem entlang stark befahrener Strassen.

Die Herleitung der Prüfwerte erfolgte wie bei den anorganischen Schadstoffen basierend auf einem Realistischen Worst-Case-Szenario. Beim Prüfwert Nahrungspflanzenanbau wurde als Bewertungskriterium der Toleranzwert der Fremd- und Inhaltsstoffverordnung für BaP herangezogen. Der Prüfwert direkte Bodenaufnahme wurde mittels Krebsfaktoren für die orale Aufnahme und die Inhalation von Stäuben unter der Annahme eines akzeptablen Zusatzrisikos von  $10^{-5}$  abgeleitet. Da die toxische Wirkung auf Nutztiere oder die Anreicherung von PAK in tierischen Lebensmitteln nicht nachgewiesen werden konnten, wird vorgeschlagen, auf einen Prüfwert Futterpflanzenanbau zu verzichten.

Die Herleitung der Sanierungswerte erfolgte ebenfalls wie bei den anorganischen Schadstoffen basierend auf einem Best-Case-Szenario. Für die Nutzung Landwirtschaft und Gartenbau wurde kein Sanierungswert vorgeschlagen, weil eine Nutzungsänderung von Nahrungs- zu Futterpflanzenanbau auch bei hohen PAK-Belastungen möglich ist. Es wird vorgeschlagen, bei der Herleitung der Sanierungswerte Haus- und Familiengärten nur

den Wirkungspfad direkte Bodenaufnahme zu berücksichtigen, da die Datenlage für Best-Case-Szenarien sehr lückenhaft ist.

Im Hinblick auf den Vollzug der Richt-, Prüf- und Sanierungswerte für PAK ist eine Vereinheitlichung der PAK-Analytik nötig. Dabei sollten Mindeststandards vorgegeben werden.

Die von Häberli et al. (1998) vorgeschlagenen Richt-, Prüf- und Sanierungswerte sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt. In Klammer sind die Werte in der VBBo (1998) angegeben.

#### Richt-, Prüf- und Sanierungswerte für Benzo(a)pyren und die 16 EPA-PAK

Regelungswert	Benzo(a)pyren mg/kg TS	EPA-PAK mg/kg TS
<b>Richtwert</b>	0,1-0,2 (0,2)	1 (1)
<b>Prüfwerte</b>		
Nahrungspflanzenanbau	2 (2)	20 (20)
Futterpflanzenanbau	–	–
Direkte Bodenaufnahme	1-2 (1)	10-20 (10)
<b>Sanierungswerte</b>		
Landwirtschaft und Gartenbau	–	–
Haus- und Familiengärten	5-10 (10)	50-100 (100)
Kinderspielflächen	10-20 (10)	100-200 (100)

#### Literatur

- HÄBERLI K., M. HÄMMANN. und S.K. GUPTA, 1998, Richt-, Prüf- und Sanierungswerte für organische Schadstoffe im Boden - Fallbeispiel PAK, Umweltmaterialien Nr. 96 - Boden, BUWAL, Bern, Schweiz, 111p.
- HÄMMANN M. und S.K. GUPTA, 1997, Herleitung von Prüf- und Sanierungswerten für anorganische Schadstoffe im Boden, Umweltmaterialien Nr. 83 - Boden, BUWAL, Bern, Schweiz 100s (auch in Französisch und Englisch erhältlich).
- VOLLMER M. K. und S.K. GUPTA, 1995, Konzept zur Risikobeurteilung bei schadstoffbelasteten Böden in der Schweiz – Fallbeispiel Cadmium, FAC, Liebefeld, 41p (auch in Französisch und Englisch erhältlich).
- VBBO, 1998, Verordnung über Belastungen des Bodens vom 1. Juli 1998, SR 814.12, Schweizerischer Bundesrat, Bern.



# Stickstoffverluste aus der Landwirtschaft in die Gewässer und Massnahmen zu deren Verminderung

VOLKER PRASUHN & MARKUS BRAUN\*

Eidg. Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau (FAL), Institut für Umweltschutz und Landwirtschaft (IUL Liebefeld-Bern)

\*seit 1.11.98 Sektion Land- und Forstwirtschaft, Bundesamt für Statistik (BFS Neuenburg)

## Résumé

### Pertes d'azote de l'agriculture dans les eaux et mesures en vue de leur réduction

Sur la base d'un modèle de flux de substances on a estimé les apports d'azote à partir des sources diffuses dans les eaux pour trois régions du canton de Berne (Alpes, Préalpes, Plateau). En outre, on a calculé l'effet de mesures sur la réduction de ces apports. On observe les plus grandes pertes (absolues et par rapport à la surface spécifique) sur le Plateau, la voie principale étant le lessivage sous grandes cultures. Selon les régions, les pertes d'azote par lessivage sous grandes cultures peuvent être réduites de 28 à 35% et les pertes diffuses totales de 0 à 19% par les mesures proposées.

## 1. Einleitung

Mit einem Stofffluss-Modell wurden für drei verschiedene Regionen (Alpen, Voralpen, Mittelland, Tab. 1) im Kanton Bern die Stickstoffeinträge aus diffusen Quellen in die Gewässer abgeschätzt.

Ziel war es, einen **regionalen Überblick** über die Höhe der diffusen Einträge, die verschiedenen Eintragspfade und den Anteil der anthropogen diffusen Belastung zu geben, um darauf aufbauend Massnahmen zur Verminderung der Stickstoffverluste vorzuschlagen und deren Reduktionspotential zu berechnen.

Tab. 1: Kennwerte der verschiedenen Regionen.

	Alpen	Voralpen	Mittelland
Fläche (km <sup>2</sup> )	2'450	1'121	1'832
Wald (%)	25	38	31
Grünland (%)	32	46	31
Ackerland (%)	<1	7	25
unproduktiv (%)	40	4	1
Siedlung (%)	2	5	12
Drainagen (% von LN*)	1.9	7.7	15.0
DGVE pro ha LN*	0.49	1.28	1.49
Niederschlag (mm)	1'900	1'471	1'213
Verdunstung (mm)	509	670	667
Abfluss (mm)	1'391	801	546

(\* LN = Landwirtschaftliche Nutzfläche)

## 2. Methodik

**Ist-Zustand:** Basierend auf arealstatistischen, gemeindebezogenen Daten wurden Wasserflüsse (Oberflächenabfluss, Sickerwasser etc.) mit gebiets- und nutzungsspezifischen Verlustkoeffizienten für Auswaschung, Drainage, Abschwemmung, Erosion etc. verknüpft. Die verwendeten Werte stammen aus der Literatur (Messwerte) oder beruhen auf Annahmen und wurden angepasst. Die Ergebnisse wurden mit aktuellen Messdaten aus Grundwasser und Oberflächengewässern kontrolliert (PRASUHN & BRAUN 1994).

**Prognose:** Die Wirkung von sieben Massnahmen der landwirtschaftlichen Praxis zur Verminderung der Auswaschungsverluste unter Ackerland (Tab. 3) wurde mit demselben Modell für alle Regionen abgeschätzt. Basierend auf Literaturangaben wurden Annahmen getroffen, um wieviel Prozent, Milligramm pro Liter oder Kilogramm pro Hektare eine Massnahme die Auswaschung im Mittel auf einer Parzelle vermindern kann. Daraus wurde für jede Massnahme ein mittleres flächenspezifisches Reduktionspotential errechnet. Dieses wurde mit dem Flächenanteil, auf dem die Massnahme realistischerweise durchgeführt werden könnte, multipliziert. Die Kombination verschiedener Massnahmen ergibt das gesamte Reduktionspotential in einer Region (BRAUN et al. 1997, PRASUHN et al. 1997).

### 3. Stickstoffverluste aus diffusen Quellen in die Gewässer (Ist-Zustand)

Die Ergebnisse der Modellrechnungen zeigen, dass die höchste jährliche Stickstoffbelastung absolut (4'909 t N/Jahr) und flächenspezifisch (27 kg N/ha Gesamtgebietsfläche und Jahr) im ackerbaulich genutzten Mittelland liegt (Tab. 2). Haupteintragspfad für Stickstoff ist dort mit 58% die Auswaschung unter Ackerland. Entsprechend beträgt die diffus anthropogene Belastung (= überwiegend Landwirtschaft) im Mittelland 82%, während in den Alpen die natürliche Hintergrundlast mit 57% überwiegt.

Tab. 2: Haupteintragspfade von Stickstoff in die Gewässer in verschiedenen Regionen.

	Alpen	Voralpen	Mittelland
<b>diffuse Quellen (t N/Jahr)</b>	<b>2'292</b>	<b>1'619</b>	<b>4'909</b>
<b>diffuse Quellen (kg N/ha/Jahr)*</b>	<b>9</b>	<b>14</b>	<b>27</b>
Auswaschung Ackerland (%)	1	29	58
Auswaschung Grasland, Wald etc. (%)	69	61	37
Abschwemmung und Erosion (%)	25	6	3
Verschiedenes (%)	5	4	2
gelöst (%)	74	94	97
partikulär (%)	26	6	3
natürliche Hintergrundlast (%)	57	29	18
diffus anthropogene Belastung (%)	43	71	82

(\* bezogen auf Gesamteinzugsgebietsfläche)

### 4. Wirkung von Massnahmen (Prognose)

Mit den Massnahmen N7 (Ökologische Ausgleichsflächen) und N1 (Fruchtfolgen anpassen) kann im Mittel auf einer bestimmten Ackerfläche die grösste Wirkung bezüglich der Verminderung der Stickstoffauswaschung erzielt werden (Abb. 1).

Verrechnet man die flächenspezifischen Reduktionspotentiale mit den Flächenanteilen, auf denen die Massnahmen realisiert werden könnten, und bezieht das Produkt auf die Gesamtgebietsfläche, zeigt sich, dass die grösste Wirkung bei allen Massnahmen im ackerbaulich intensiv genutzten Mittelland erzielt werden kann (Abb. 2). Die wirkungsvollsten Massnahmen sind dann: bedarfsgerechte Düngung und ausgeglichene Stickstoffbilanz (N5) und Fruchtfolgen anpassen (N1).

Die Reduktionspotentiale als Kombination aller vorgeschlagenen Massnahmen betragen für die Stickstoffauswaschung unter Ackerland in allen drei Regionen rund ein Drittel (Abb. 3). Für die gesamten Stickstoffverluste aus diffusen Quellen fallen sie dagegen unterschiedlich aus. Im Mittelland könnten sie eine Reduktion von knapp 20% bringen, während sie in den Alpen praktisch wirkungslos blieben.

Die Nitratauswaschung könnte um max. 7 mg NO<sub>3</sub>/l vermindert werden (Tab.4).

Tab. 3: Massnahmen zur Verminderung der Stickstoffverluste.

<b>N1</b>	Fruchtfolgen anpassen (z.B. Winterbrache durch Zwischenkulturen oder auswaschungproblematische Kulturen durch andere ersetzen)
<b>N2</b>	Untersaat und integrierte Beikrautregulierung
<b>N3</b>	Konservierende Bodenbearbeitung und Grünlandumbruch (z.B. Mulchsaat, Streifenfrässaat, Direktsaat, Optimierung des Zeitpunktes des Kunstwiesenumbruches)
<b>N4</b>	Standortgerechter Ackerbau und standortgerechte Düngung (z.B. Rückführung von Ackerland in Dauergrünland, reduzierte Düngung auf auswaschungproblematischen Standorten)
<b>N5</b>	Bedarfsgerechte Düngung und ausgeglichene Stickstoffbilanz (z.B. Optimierung der Düngung gemäss Düngungsgrundlagen, Abbau der Stickstoffüberschüsse)
<b>N6</b>	Zeitgerechte Düngung (z.B. Verzicht eines Gülleaustrages auf Brache im Herbst)
<b>N7</b>	Ökologische Ausgleichsflächen (z.B. speziell für den Gewässerschutz angelegt)

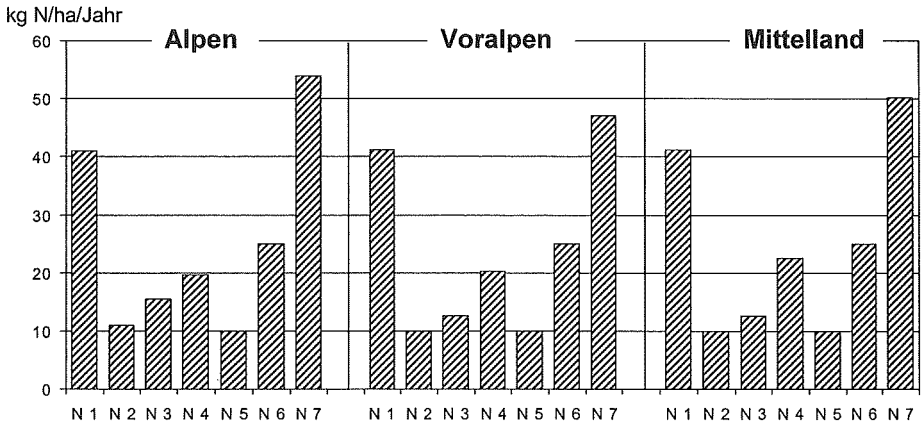


Abb. 1: Flächenspezifische Reduktionspotentiale der einzelnen Massnahmen (bezogen auf die jeweils von einer Massnahme betroffenen Flächen).

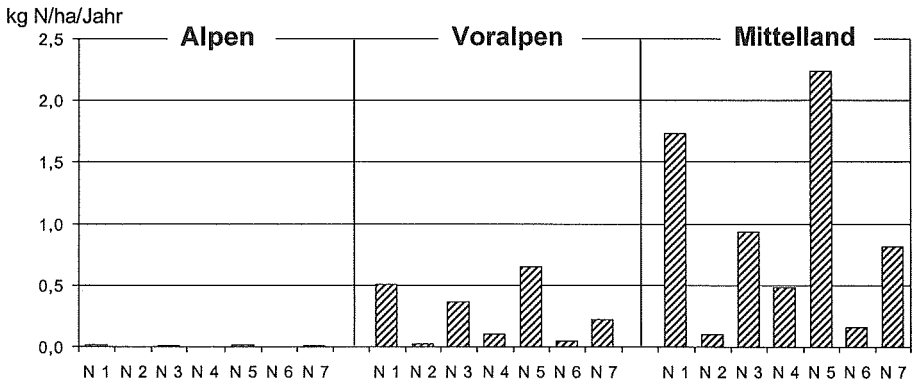


Abb. 2: Reduktionspotentiale der einzelnen Massnahmen (bezogen auf die Gesamtgebietsfläche).

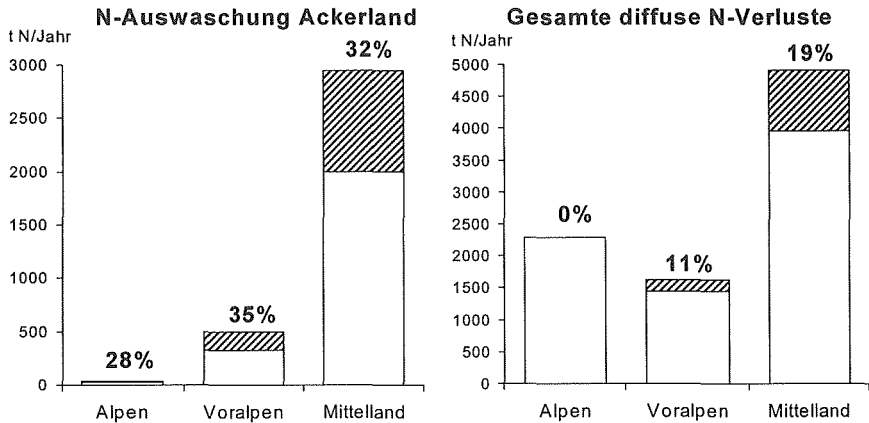


Abb. 3: Reduktionspotentiale (schraffiert) der Massnahmenkombination aller Einzelmassnahmen im Verhältnis zu verschiedenen Ausgangsgrössen.

Tab. 4: Reduktionspotentiale in Bezug auf die Stickstoffkonzentrationen im Sickerwasser (Auswaschungs- und Drainageverluste) unter der Landwirtschaftlichen Nutzfläche.

	Alpen	Voralpen	Mittelland
N-Auswaschung LN (t N/Jahr)	687	1'143	4'003
Reduktionspotential (t N/Jahr)	22	188	979
N-Auswaschung LN (mg NO <sub>3</sub> /l)	3	11	30
Reduktionspotential (mg NO <sub>3</sub> /l)	0	2	7
N-Auswaschung LN <b>nach</b> Massnahmen (mg NO <sub>3</sub> /l)	3	9	23
Reduktionspotential (%)	4	17	25

## 5. Folgerungen

Je nach Region ergeben sich unterschiedliche Belastungshöhen und sind unterschiedliche Eintragspfade von Bedeutung. Entsprechend sind regional differenzierte Ziele zu formulieren und regional angepasste Massnahmen zu ergreifen.

Die vorgeschlagenen Massnahmen decken sich weitgehend mit den für den Gewässerschutz relevanten Öko-Massnahmen nach Art. 70 und 76 des Landwirtschaftsgesetzes (Integrierte Produktion, biologischer Landbau, Ökologische Ausgleichsflächen). Deshalb können die Ergebnisse auch als Prognose für die Wirkung der Öko-Massnahmen herangezogen werden. Demnach könnten die Öko-Massnahmen im ackerbaulich genutzten Mittelland eine Reduktion von knapp 20% der diffusen Belastung bewirken.

## 6. Literatur:

- BRAUN, M., KOPŠE ROLLI, D. & V. PRASUHN (1997): Abschätzung der Verminderung der Nährstoffverluste in die Gewässer durch Massnahmen in der Landwirtschaft - Schriftenreihe Umwelt Nr. 293, BUWAL, 100 S.
- PRASUHN, V. & M. BRAUN (1994): Abschätzung der Phosphor- und Stickstoffverluste aus diffusen Quellen in die Gewässer des Kantons Bern. - Schriftenreihe d. Eidg. Forschungsanstalt f. Agrikulturchemie und Umwelthygiene (FAC) Liebefeld-Bern, Nr. 17, 113 S. + Anhang 101 S.
- PRASUHN, V., BRAUN, M. & D. KOPŠE ROLLI (1997): Massnahmen zur Verminderung der Phosphor- und Stickstoffverluste aus der Landwirtschaft in die Gewässer, dargestellt am Beispiel von 20 hydrologischen Einzugsgebieten im Kt. Bern. - Amt für Gewässerschutz und Abfallwirtschaft Bern, 216 S.

# **Empfindlichkeit der Baselbieter Böden gegenüber mechanischen Belastungen**

**Amt für Umweltschutz und Energie Kanton Basel-Landschaft, Fachstelle  
Bodenschutz, Liestal**

**BABU GmbH Büro für Boden, Altlasten und Umwelt, Zürich**

## **1. Problemstellung**

Der wesentlichste Unterschied zwischen Ausgangsgestein und einem entwickelten Boden sind die sekundär gebildeten Strukturen, Hohlräume. Sie bilden die Voraussetzung für einen ausgeglichenen Wasser- und Lufthaushalt und sind somit für einen funktionsfähigen Boden essentiell. Mechanische Überlastung kann zu Veränderungen oder sogar Zerstörung der Bodenstrukturen führen und damit letztlich die Bodenfruchtbarkeit langfristig gefährden.

## **2. Zielsetzungen**

Im Sinne der Früherkennung von Bodenproblemen waren Gebiete mit besonders empfindlicher Bodenstruktur durch mechanische Belastungen zu identifizieren. Im Vordergrund standen die folgenden Fragen:

1. In welchem Masse sind die Baselbieter Böden empfindlich gegenüber mechanischen Belastungen und welches sind die bestimmenden Faktoren?
2. Wo und in welcher Ausdehnung lassen sich diese gefährdeten Flächen lokalisieren?

## **3. Konzept**

Nach Evaluation von verschiedenen Bewertungsmethoden wurde beschlossen eine neue Methode auszuarbeiten. Das Konzept der neu erarbeiteten Methode basiert im Wesentlichen auf den Einstufungen bezüglich Wasserhaushalt und Bodenart. Dabei werden Wasserhaushaltsgruppen (z.B. stauwasserbeeinflusste Böden) der Kartierung übernommen. Massgebend für die Einstufung ist der Abstand der Vernässungszone (falls vorhanden) zur Oberfläche sowie die Häufigkeit mit der dieser Flurabstand vorkommt. Für die spezifische Fragestellung der Empfindlichkeit gegenüber mechanischen Belastungen werden Böden, die bezüglich Wasser- und Lufthaushalt bereits eine ungünstige Bodenstruktur für das Pflanzenwachstum aufweisen, d.h. stauwassergeprägte, selten bis zur Oberfläche porengesättigte Böden strenger bewertet als grund- oder hangwassergeprägte Böden mit Vernässungen in vergleichbaren Tiefen unter Terrain.

#### 4. Vorgehen

Die Daten der Bodenkartierung der Baselbieter Böden (BoKa BL) wurden hinsichtlich ihrer Empfindlichkeit gegenüber mechanischen Belastungen unter Einbezug des kartographischen Informationssystems (GIS) ausgewertet und in den Masstäben 1:5'000 und 1:25'000 dargestellt.

In einem ersten Schritt wurden die Extremstandorte ausgeschieden. Darunter fielen Böden mit einem Anteil an organischem Material von mehr als 30 Gewicht-% sowie Böden mit einem Skelettanteil von über 50 Volumen-%. In einem zweiten Schritt wurden die Böden aufgrund der Wasserhaushaltsgruppen unterteilt. Die Feineinteilung erfolgte in einem dritten Schritt. Die Feinerdekörnung (Bodenart) war massgebend, ob die Einteilung nach Wasserhaushaltsgruppe beibehalten wurde, oder aufgrund der häufig ungünstigen Gefügestabilität bzw. Porenverteilung ein bestimmter Boden strenger beurteilt werden musste.

#### 5. Resultate und Folgerungen

60 % der Landwirtschaftsflächen im Kanton Basel-Landschaft können als „schwach empfindlich“ gegenüber mechanischen Belastungen angesehen werden. Es handelt sich um Böden mit einem ausgeglichenen Luft- und Wasserhaushalt. Dazu zählen Böden mit stabilem Gefüge, nicht jedoch Schluffböden. Unter der Voraussetzung, dass Kulturen, bei deren Anbau der Boden stark beansprucht wird (Gemüse, Hackfrüchte inkl. Mais) nicht weiter ausgedehnt werden und sich der Maschinenpark nicht in Richtung schwerere Maschinen verändert, sind auf diesen Böden keine nennenswerten Probleme aufgrund von mechanischen Belastungen zu erwarten.

Knapp 30 % der kartierten Flächen sind als "empfindlich" einzustufen. Diese Böden sind während längerer Nassperioden sowie ausserhalb der Vegetationszeit nur eingeschränkt mechanisch belastbar. Es handelt sich um stau-, hang- oder grundwasserbeeinflusste Böden sowie um Schluffböden (mit mehr als 50 % Schluff und weniger als 10 % Ton) mit ausgeglichenem Wasser- und Lufthaushalt.

Ca. 3 % der Baselbieter Böden müssen als "stark empfindlich" eingestuft werden. Diese Böden sind — ausser während längerer Trockenperioden — nur eingeschränkt mechanisch belastbar. Es handelt sich um hang- oder grundwassergeprägte, jedoch selten bis zur Oberfläche porengesättigte Böden sowie um stau-, hang- oder grundwasserbeeinflusste Schluffböden.

Die restlichen knapp 10 % der Böden sind "extrem empfindlich" gegenüber mechanischen Belastungen. Sie sind kaum mechanisch belastbar. Es handelt sich um häufig bis zur Oberfläche vernässte Böden, um organische Böden sowie um selten bis in den Oberboden vernässte, stauwassergeprägte bzw. ton- oder schluffreiche Böden.

## **Wo und in welcher Ausdehnung lassen sich diese gefährdeten Flächen lokalisieren?**

Gebiete mit erhöhtem Anteil an empfindlichen Böden gegenüber mechanischen Belastungen finden sich im äussersten Süden des Kantons im Gebiet von Langenbruck. Diese höchstgelegenen Gebiete weisen mit ca. 1100 Millimeter Niederschlag pro Jahr etwa ein Drittel mehr Niederschlag auf als der untere Kantonsteil. Die auf Lias (Insektenmergel) oder Hanglehmen des Dogger und Keuper entstandenen Böden stehen vielfach im Einflussbereich von Grund- bzw. Hangwasser.

Im unteren Kantonsteil konzentrieren sich die empfindlichen Böden auf Gebiete mit Elsässer Molasse als Ausgangsmaterial. Zudem sind in diesem Gebiet Böden aus Schwemmlössen und alluvialen Ablagerungen entlang der Bäche empfindlich gegenüber mechanischen Belastungen.

Daneben neigen im allgemeinen auch die Täler von Nebenflussläufen zu Vernässungen, wie z.B. Rickenbachtäli und andere Nebentäler der Ergolz im Osten des Kantons.

## **Wo Handlungsbedarf? Welche Empfehlungen lassen sich daraus ableiten?**

Empfindlichkeitskarten sind primär dazu geeignet, im Sinne des vorsorglichen Bodenschutzes flächendeckende Grundlagen für ein zielgerichtetes Handeln bereitzustellen. Zusammen mit der Bodenkarte stellen sie ein wichtiges Planungsinstrument für den Vollzug des Bodenschutzes dar. Adressaten dieser Grundlagen sind somit primär die Vollzugsbehörden im Bodenschutz sowie allenfalls die landwirtschaftlichen Berater als Schnittstelle zu den Bewirtschafter/innen.

Anhand der hier erarbeiteten Grundlagen lässt sich eine erste Beurteilung der Verdichtungsempfindlichkeit auf kantonaler Ebene vornehmen: In welchem Ausmass sind die Baselbieter Böden verdichtungsempfindlich und wo sind Massnahmen anzusetzen. Dafür müsste in einem nächsten Schritt auf der Ebene der Einzelbetriebe die festgestellte Empfindlichkeit der Böden in Bezug gesetzt werden mit der konkreten Verdichtungsgefährdung durch die aktuelle Nutzung.

Abschliessend lassen sich aus unserer Sicht drei mögliche Bereiche mit **Handlungsbedarf** definieren:

**Maschinenpark:** Unsere Böden ertragen nicht jedes Maschinengewicht, jeden Auflagedruck und jede Bearbeitungsweise unbeschadet. Wir müssen heute feststellen, dass der Druck auf den Boden im eigentlichen Wortsinn zunimmt: Boden droht "unter die Räder" zu kommen. Die Entwicklung der Einsatzgewichte und der Auflagedrucke von Landmaschinen gibt zu Bedenken Anlass. Dazu wäre insbesondere auf Bundesebene zu überlegen, welche Mechanisierung gerade im Hinblick auf die Empfindlichkeit unserer Böden noch bodenverträglich ist.

**Ausbildung:** Wir empfehlen erhöhte Sorgfalt beim Befahren und bei den Feldarbeiten sowie bei der Wahl der Anbautechniken. Hier stellt sich die Frage, ob dies in der bestehenden Ausbildung in ausreichendem Masse und in der richtigen Weise vermittelt wird. Allenfalls besteht hier Handlungsbedarf.

**Massnahmen auf Einzelbetriebsebene:** Die Nutzungen sind auf ihre Bodenverträglichkeit in Bezug auf die Verdichtungsempfindlichkeit der Böden zu überprüfen. Bei dieser an die Eigenverantwortung appellierende Massnahme sind in erster Linie die einzelnen Bewirtschafter/innen und die Berater/innen gefragt. Diese Massnahme zielen insbesondere auf jene Flächen ab, bei denen aufgrund der Verdichtungsempfindlichkeit der Böden und der aktuellen Nutzung das höchste Gefährdungspotential zu erwarten ist. Diese Abklärungen können nun mit Hilfe der Karten rasch und einfach durchgeführt werden.

Die hier vorgestellte Methode ist im Moment eine wissenschaftliche Hypothese und muss mittels Validierung im Feld getestet und allenfalls verfeinert werden.

Zur Erreichung der in der Bodenüberwachung des Kantons Basel-Landschaft formulierten Ziele sind deshalb weitergehende Untersuchungen notwendig. Gleichzeitig möchten wir alle in diesem Arbeitsgebiet tätigen Personen und Institutionen, insbesondere Landwirtschaftliche Ämter, kantonale Bodenschutzfachstellen sowie die Hochschulen auffordern ihre Anregungen und Kritiken an uns weiterzuleiten, damit die hier vorgestellte Methode weiter verbessert und der Boden vor übermässigen mechanischen Belastungen geschützt werden kann.

Bezugsquelle des Berichtes:

AMT FÜR UMWELTSCHUTZ UND ENERGIE

BODENSCHUTZFACHSTELLE

RHEINSTRASSE 29

4410 LIESTAL



## Einfluss der Pflugarbeit auf das Bodengefüge

PETER WEISSKOPF und URS ZIHLMANN

Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau,  
Reckenholz (FAL), CH-8046 Zürich

CONRAD WIERMANN und RAINER HORN

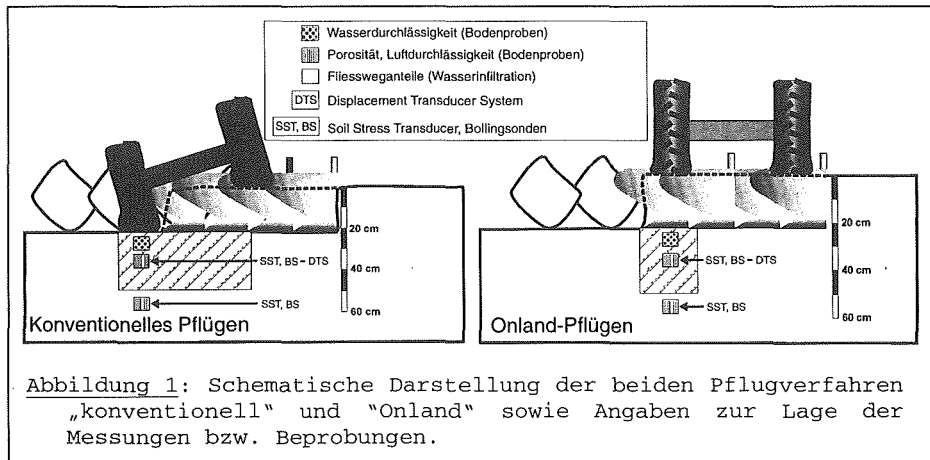
Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde, Christian Al-  
brechts-Universität, D-24118 Kiel

THOMAS ANKEN und ETIENNE DISERENS

Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökonomie und Landtech-  
nik, CH-8356 Tänikon

### 1. Einleitung

Beim Onland-Pflügen fährt der Traktor mit allen vier Rädern auf dem unbearbeiteten Boden (Abbildung 1); dadurch verspricht man sich geringere Druckbeanspruchungen in Furchentiefe als beim konventionellen Pflügen. In einem Feldversuch wurde geprüft, ob "konventionelles Pflügen" und "Onland-Pflügen" das Bodengefüge tatsächlich unterschiedlich beeinflussen.



### 2. Material und Methoden

In beiden Verfahren wurde derselbe Vierschar-Pflug (ALTHAUS Tierra mit ca. 22 cm Arbeitstiefe und etwa 35 cm Schnittbreite) an demselben Traktor eingesetzt. Bei sehr feuchten Bodenverhältnissen wurde auf einer lehmigen gleyigen Braunerde eine Naturwiese umgebrochen (Tabelle 1).

Tabelle 1: Bodeneigenschaften und -zustand der Versuchsfläche (tiefgründiger, mittelschwererer, grundwasserbeeinflusster Boden: gleyige Braunerde, skelettarm, schwach humoser Lehm über tonigem Lehm).

Horizont <sup>1)</sup>	Tiefe [cm]	Körnung [Gew. %]		organ. C [Gew. %]	Skelett [Vol. %]	pH (H <sub>2</sub> O)	Gefüge <sup>2)</sup>	Gesamt- PV [Vol. %]	Saug- spannung [hPa]
		Ton	Schluff						
Ah	0-25	24	44	2,6	2	6,4	kr-sub	n.b.	n.b.
B	25-45	29	40	1,7	2	6,4	sub	45	-11
Bg	45-80	32	39	1,3	0	6,6	pol	45	-6
BCgg	80- 120	18	52	n.b.	3	7,5	koh	n.b.	n.b.

<sup>1)</sup> A=Oberboden, B=verwitterter Unterboden, C=Muttermaterial; g=wechsellass, gg=periodische Vernässung  
<sup>2)</sup> kr=krümelig, sub=subpolyedrisch, pol=polyedrisch, koh=kohärent  
n.b. = nicht bestimmt

### 3. Resultate

Das konventionelle Pflügen verursachte in 35 cm Bodentiefe die grössten Druckbeanspruchungen (Tabelle 2), wobei die Maximaldrücke von den Traktorhinterrädern ausgingen.

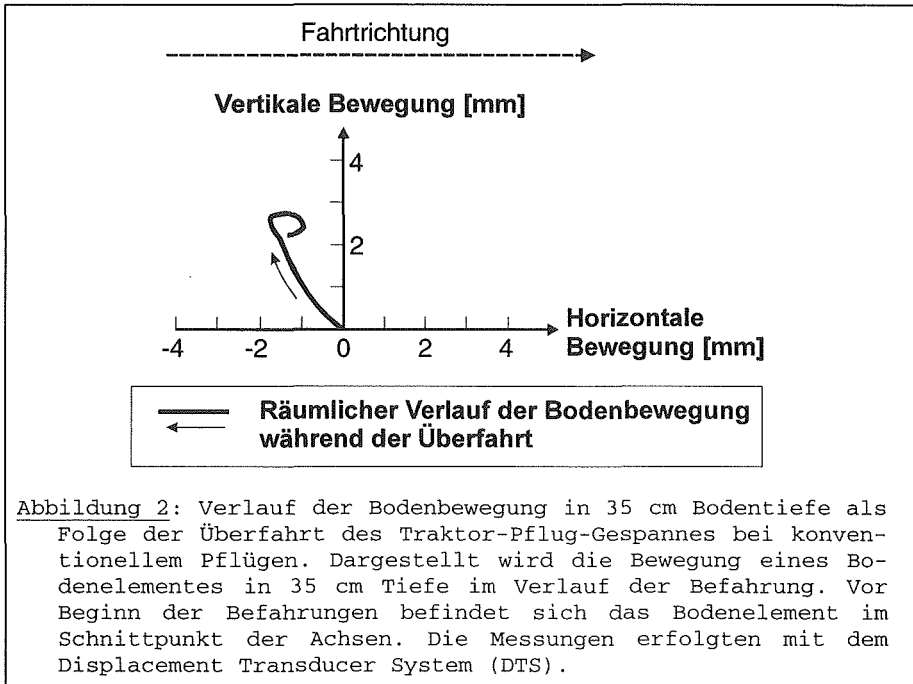
Tabelle 2: Unter den Fahrspuren der Pflugverfahren „konventionell“ und „Onland“ gemessene Bodendruckwerte (Mediane).

Verfahren	Tiefe [cm]	Achse, Schar	max. Bodendruck Bollingsonde [kPa]	Bodendruck S1 SST <sup>1)</sup> [kPa]
Konventionell	35	vorn	60	22
		hinten		70
		1. Schar		13
Onland	35	vorn	36	15
		hinten		39
		1. Schar		20
		2. Schar		24
Konventionell	55	vorn	15	n.b.
		hinten		
		1. Schar		
Onland	55	vorn	16	n.b.
		hinten		
		1. Schar		
kgD 05			11	

<sup>1)</sup> S1 = Erste Hauptspannung; SST = Stress State Transducer  
n.b. = nicht bestimmt  
Gerastert: Statistisch signifikante Effekte.

Die Druckbeanspruchungen verursachten in 35 cm, teilweise auch noch in 55 cm Bodentiefe eine Zunahme des Gesamt- und Makroporenvolumens sowie eine Abnahme der Lagerungsdichte.

Messungen der Bodenbewegungen während des Pflügens zeigten in beiden Pflugverfahren, dass die Bodenteilchen in 35 cm Tiefe während der Überfahrt (entgegen üblichen Erwartungen) nicht nur in der Vertikalen nach unten verschoben, sondern sowohl horizontal als auch vertikal in beide Richtungen bewegt worden sind.



**Abbildung 2:** Verlauf der Bodenbewegung in 35 cm Bodentiefe als Folge der Überfahrt des Traktor-Pflug-Gespannes bei konventionellem Pflügen. Dargestellt wird die Bewegung eines Bodenelementes in 35 cm Tiefe im Verlauf der Befahrung. Vor Beginn der Befahrungen befindet sich das Bodenelement im Schnittpunkt der Achsen. Die Messungen erfolgten mit dem Displacement Transducer System (DTS).

Bei konventionellem Pflügen liessen sich unmittelbar unter der Fahrspur des Furchenrades deutliche Verschlechterungen der gesättigten Wasserleitfähigkeit und des Fließwegmusters von angefärbtem Wasser nachweisen (Tabelle 3).

Tabelle 3: Kontinuitätseigenschaften des Porensystems (Wasserleitfähigkeit, Fließweganteile und Luftdurchlässigkeit) in den beiden Pflugverfahren „konventionell“ und „Onland“ (Mediane).

Verfahren	Beprobungsbereich	Tiefe [cm]	Gesättigte Wasserleitfähigkeit [cm/d]	Fließweganteil [%]	Luftpermeabilität bei 60 hPa [cm <sup>2</sup> * 10 <sup>-10</sup> ]
Unbearbeitet		25	33	9,5	n.b.
Konventionell	in Fahrspur		3	1,0	
Onland			143	7,5	
Konventionell	neben Fahrspur		n.b.	11,1	
Unbearbeitet		35	n.b.	9,6	1620
Konventionell	in Fahrspur			0,8	2390
Onland				7,6	1438
Konventionell	neben Fahrspur			11,7	n.b.

n.b. = nicht bestimmt

Gerastert: Statistisch signifikante Effekte.

In diesen Bereichen war das Gefüge stark verknetet worden, was zu Verschlechterungen der Porenkontinuität und damit zu einer erheblich eingeschränkten Leitfähigkeit des Bodengefüges führte ("Pflugsohlenverdichtung").

#### 4. Zusammenfassung und Folgerungen

Das Onland-Pflügen bewirkte geringere Gefügebeanspruchungen als das konventionelle Pflügen. Es kann deshalb einen Beitrag zu einer nachhaltigen Bodenbearbeitung leisten.

Pflugsohlenverdichtungen werden besonders durch die in der Furche fahrenden Traktorräder, kaum jedoch durch die Pflugschare selbst verursacht.

Mechanische Bodenbeanspruchungen müssen nicht zwangsläufig "typische" Verdichtungen zur Folge haben: Bei bestimmten Bodenzuständen können dynamisch einwirkende Kräfte auch Gefügeveränderungen hervorrufen, die sich in einer Zunahme des Makro- und Gesamtporenvolumens bei gleichzeitiger Abnahme der Lagerungsdichte äussern können. Die Leitfähigkeitseigenschaften des Gefüges werden dadurch allerdings nicht unbedingt verbessert, weil durch diese Veränderungen wenig kontinuierliche Makroporen (Risse, Brüche, Verknetungen) entstehen.

#### Résumé

##### Influence du système de labour sur la structure du sol

Lors d'un essai en plein champ, l'effet protecteur présumé du labour hors-raie (les quatre roues du tracteur à la surface du sol) a été testé avec pour témoin la variante conventionnelle (deux roues du tracteur dans le sillon).

Comme attendu, les contraintes de charge les plus fortes ont été relevées sous la roue arrière de sillon (labour conventionnel). La structure du sol à 35 cm et partiellement à 55 cm a réagi de manière surprenante par une augmentation du volume total des pores et du volume des pores grossiers accompagné d'une diminution de la densité apparente. Les mouvements ou déplacements du sol engendrés par ces contraintes ont pu être mesurés.

Les examens de perméabilité en milieu saturé comme les relevés d'infiltration par colorimétrie révélèrent de fortes modifications structurales (pétrissage) à 25 cm soit à la base de la roue de sillon. La continuité du système poreux se trouve être, de ce fait, entravée ("formation d'une semelle de labour").

Les résultats de cet essai montrent qu'en raison des contraintes de charges inférieures, le système du labour hors-raie présente un sérieux avantage par rapport au système conventionnel. Il s'agit-là d'une contribution à un travail du sol durable et par là-même à une protection de nature physique du sol.

Les causes possibles des modifications de structure, pour le moins inattendues, survenues à 35 et 55 cm de profondeur sont discutées.

## Subsoil compaction of agricultural land by heavy construction machinery - soil mechanical aspects

M. Berli, B. Kulli, W. Attinger, R. Schulin

Institute of Terrestrial Ecology (ITOE), Swiss Federal Institute of Technology Zurich (ETHZ)  
Grabenstrasse 11a, CH-8952 Schlieren, Switzerland

### Abstract

In recent years agricultural land in Switzerland has been increasingly used as temporary access way by heavy machinery for road and pipeline construction purposes. To minimise mechanical damages to the soil, in particular subsoil compaction, by these activities, Swiss federal authorities issued regulations limiting allowable machine weights and contact pressures in dependence of soil properties and tensiometric soil water potential. In order to test these regulations we performed a series of field and laboratory experiments in the course of the construction of a large overland gas pipeline. Plot areas on three selected sites were traversed by heavy caterpillar vehicles purposely under moisture conditions considered to be critical and intolerable according to the regulations. Soil physical and mechanical properties such as bulk density, water retention capacity, air permeability and preconsolidation load were determined using samples taken before and after the passage. The results show that preconsolidation load is a useful and practical parameter for assessing the compaction sensitivity of soils under field conditions.

### Introduction

In recent years, Swiss agricultural land has become increasingly affected by being temporarily used as access ways for heavy machinery in the course of overland gas pipeline construction (Fig. 1).



Fig. 1 Placement of pipeline tubes

A typical construction sequence consists of the removal of the topsoil in the trench area, the excavation of a trench of 2-3 m depth, the placement of the tubes (see Fig. 1) and the refilling of the trench followed by recultivation of the trench area. For this work tracked machinery is mostly used, weighing between 25 and 65 tons. Although the contact pressure may not be larger than that of wheeled agricultural machines due to the rather large contact area of the tracks, the larger weights entail that the compression effect propagates into greater depth.

In order to prevent damages to the affected land by subsoil compaction, Swiss authorities issued regulations limiting the weight and contact pressure of the machines in dependence of the actual soil moisture status as determined by tensiometric measurements at a depth of 30-35 cm. The scientific basis of these regulations is, however, obscure and also their practical utility is disputed. One problem is that there is still no agreement on a suitable indicator for characterising a soil's sensitivity to compaction.

Horn (1981) proposed to use the preconsolidation load, which is conceptually defined as the stress at which the stress-strain curve enters the virgin compression line as the normal stress is slowly but continuously increased. According to this concept a pressure above the preconsolidation load results in a compression to which the soil has not been subjected before and which is not reversible by releasing the pressure again (Horn 1993; Lebert and Horn 1991). By compacting a soil along the virgin compression line the preconsolidation load is increased to the new maximum of previously applied compression stress. The preconsolidation load has the advantage that it is directly comparable to the applied load. However, the applicability of this concept to field situations where soils are usually very heterogeneous and information about important properties is in general scarce still remains to be determined.

In the course of the construction of a gas pipeline we had the opportunity to carry out a field experiment with the heavy machinery used in such work. The experiment was performed on two plots immediately adjacent to the trench. One plot was artificially wetted, the other was kept dry. One part of each plot was mechanically stressed by the heavy machinery used to place the pipeline into the trench (Fig. 1). The machines were driving directly on the soil surface without a protecting layer put on it. The idea was to compare the preconsolidation load of the soil under the tracks with the preconsolidation load of unstressed soil beside the tracks in order to assess compaction effects.

## Material and methods

For the traffic experiment a compaction sensitive silt loam with the following properties was chosen.

Tab. 1: Soil parameters of the experimental site

depth [cm]	sand [g g <sup>-1</sup> ]	silt [g g <sup>-1</sup> ]	clay [g g <sup>-1</sup> ]	stones [cm <sup>3</sup> cm <sup>-3</sup> ]	organic matter [g g <sup>-1</sup> ]	bulk density [g cm <sup>-3</sup> ]
7-17	0.25	0.57	0.19	n. d.	0.028	1.32
27-37	0.30	0.55	0.15	n. d.	0.012	1.56
47-57	0.25	0.58	0.17	n. d.	0.011	1.50
67-77	0.23	0.56	0.21	n. d.	0.013	1.51

n.d. = not determined

The stone content of the soil was less than 1 %. The soil type was a Haplic Luvisol (FAO 1990). The parent material was a loess.

The two test plots were 5 m long and 6 m wide were chosen adjacent to the trench. The plot to be wetted was sprinkled during five days at a rate of 100 mm d<sup>-1</sup>. After that the soil was left to redistribute the infiltrated water for one more day.

Immediately before the passage of the machines, the two plots showed the following soil water potentials:

Tab. 2: Soil water potential of the two test plots

depth [cm]	Soil water potential of the wet plot [kPa]	Soil water potential of the dry plot [kPa]
12	5.2	>85
32	2.7	85.0
52	0.1	33.4
72	0.1	16.3

Three different types of construction machines were used as given in Tab. 3.

Tab. 3: Machinery used for the loading tests

machine type	net machine weight [kg]	length of the contact area [m]	width of the contact area [m]	mean pressure in the contact area [kPa]
Fiat FH 300	30200	4.0	0.9	42
Fiat Allis PL 40 C	25600	3.5	0.7	51
Cat 583	38000	3.2	0.75	78

One of these was an excavator. It is shown in the foreground of Fig. 1. The other two were side-booms specially constructed for placing pipeline tubes into trenches. Partially, such a sideboom is visible in Fig. 1 behind the excavator in front. In the experiment a Fiat FH 300 was followed by a Fiat PL 40 C, a Cat 583 and a second Fiat FH 300. These machines drove at a speed of 10 - 20 cm s<sup>-1</sup>, stopping on each of the plots for 2 minutes. Unlike in real construction work as shown in Fig. 1, the machines did not perform working action and also carried no load during the experimental passages over the two test plots.

Preconsolidation load was determined from stress-strain curves which were obtained from uniaxial compression tests using an oedometer device as shown schematically in Fig. 2

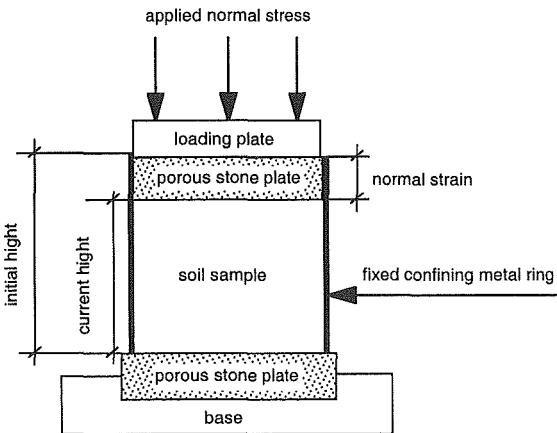


Fig. 2 Schema of the oedometer cell

After the passages, soil profiles were opened across the plots at right angles to the direction of the passage and soil cores of 1000 cm<sup>3</sup> volume were sampled using sharpened metal cylinders of 11 cm height and 10.8 cm inner diameter. Prior to the compression test, the samples were conditioned to an initial soil water potential of 6 kPa by applying a hanging water column. Together with the coring cylinders samples were then built in the compression cell and subsequently subjected to stepwise increased pressures applied through a piston which fitted the opening of the cylinders. By using the same cylinders for coring the samples and for holding them in the compression test mechanical disturbance of the sampled soil was kept at a minimum.

Readings of the normal strain were taken at appropriate intervals after the application of the load. Each compression step lasted for a maximum of 30 minutes after which the pressure was increased to the next level. A maximum duration of 30 minutes for each compression step was chosen because this represented the time of a machine staying at the same place during normal construction work. Pre-consolidation pressure was determined from the resulting stress-strain curves using the graphical procedure of Casagrande (1936).

## Results

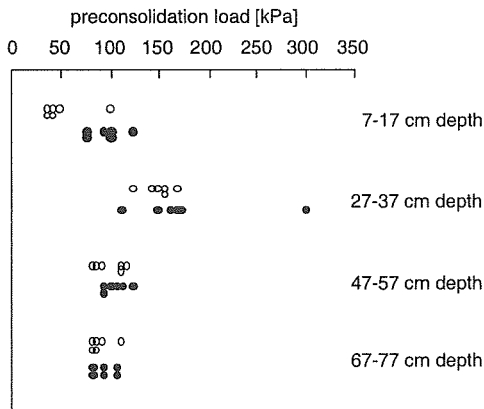


Fig. 3 Preconsolidation loads of the stressed (filled circles) and unstressed soil (empty circles) of the wet plot



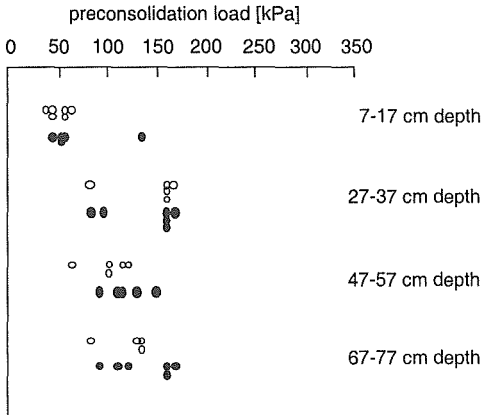


Fig. 4 Preconsolidation loads of the stressed (filled circles) and unstressed soil (empty circles) in the dry plot

In the topsoil (0 - 25 cm depth) of the wet plot we found a significant difference between the preconsolidation load of the unstressed soil beside the tracks (median 41 kPa) and the stressed soil beneath the tracks (median 97 kPa) while no such effect was evident in the topsoil of the dry plot. In the subsoil, neither the wet nor the dry plot showed a significant difference between the preconsolidation load with and without passage. The depth profiles of the preconsolidation loads of the unstressed soils were comparable in both plots.

## Discussion and conclusions

The preconsolidation load (at 6 kPa initial soil water potential) of the unstressed topsoil was less than the average contact pressure under the tracks of the used machinery (Tab. 3). Thus, it agrees with the concept of the preconsolidation stress that an effect was found for the topsoil of the wet plot. It seems that the stability of the topsoil was increased efficiently by desiccation that no effect was observed in the dry plot.

Although the water potential in the subsoil of the wet plot was considerably lower than 6 kPa (Tab. 2) no significant compaction effect was visible in the subsoil. Obviously the stability of the soil was less reduced even at these high degree of moisture than the normal pressure from the tracks at these depth.

Summarising, the results agree with our expectations for the topsoil and did not contradict for the subsoil. Considering the likelihood of heterogeneity in soil properties and load situations, different experimental conditions in field and lab, the uncertainty in the estimation of the propagation of the exerted pressure into depth and reservations concerning exact physical meaning of the preconsolidation load as determined by the procedure of Casagrande (1936) we conclude that the agreement between expectations and measurements are good. This means that the preconsolidation load seems to be a useful and practical parameter for assessing the compaction sensitivity of soils under field conditions in this case.

## Acknowledgements

We thank the Research and Development Fund of the Swiss Gas Industry (FOGA) supporting this project.

**References**

Casagrande, A., 1936. The Determination of Pre-Consolidation Load and its practical Significance. Proceedings of the international Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, 22 to 26 July 1936, Harvard University, Cambridge, Massachusetts Vol. III, pp. 60-64.

FAO, 1990. FAO-Unesco Soil map of the World, Revised Legend. Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Rome. 119 p.

Horn, R., 1993. Mechanical Properties of Structured Unsaturated Soils. Soil Technology, Catena Verlag, Cremlingen-Derstedt, Germany. Vol. 6, pp 47-75.

Horn, R., 1981. Eine Methode zur Ermittlung der Druckbelastung von Böden anhand von Drucksetzungsversuchen. Zeitschrift für Kulturtechnik und Flurbereinigung, Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg. Vol. 22, pp 20-26.

Lebert, M., Horn, R., 1991. A method to predict mechanical strength of agricultural soils. Soil and Tillage Research, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam. Vol. 19, pp 275-286.

# ACOUSTIC DETERMINATION OF WATER DISTRIBUTION IN UNSATURATED SOILS

Andreas Blum, Ivo Flammer, Peter Germann

*Institute of Geography, University Bern, Soil science, Hallerstrasse 12, CH-3012 Bern, Switzerland, <http://www.giub.unibe.ch>*

## Abstract

Wavelengths of acoustic frequencies in soil are between meters and millimeters. This spatial scale is well suited to investigate soil structures. The temporal resolution of acoustic pulse transmission measurements is within milliseconds, structural changes due to water infiltration can thus be temporally resolved. Because the elastic modulus and the absorption length depend strongly on the water distribution in the soil, we tackle infiltration and drainage by acoustic means.

There is general agreement among soil hydrologists that duration and intensity of input, antecedent soil moisture and soil structure are the parameters deciding on partitioning between ordinary and preferential flow. However, the physical conditions leading to flow partitioning are still poorly understood.

We have prepared columns of undisturbed soils of 30 and 40 cm in diameter and a length of 1 m. In our laboratory we simulate rainfall by infiltrating water in the soil. During infiltration and drainage we measure an acoustical pulse, propagating through the soil. The results show a strong correlation between soil humidity and the acoustical parameters (propagation time and amplitude of the first arriving peak).

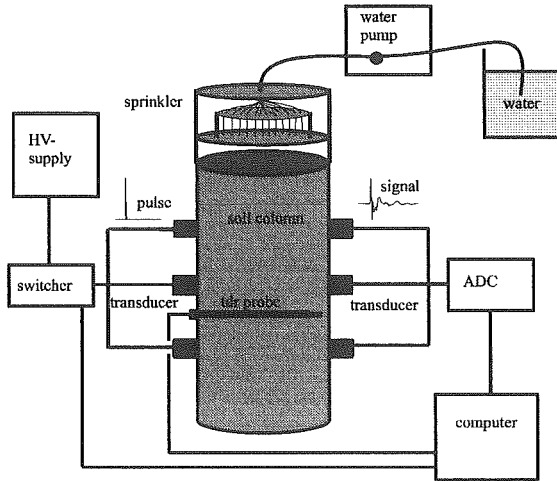
Our aim is to obtain a 3-D water distribution image with a temporal resolution of 1 sec and a spatial resolution of 5 cm.

## 1. Experimental Setup

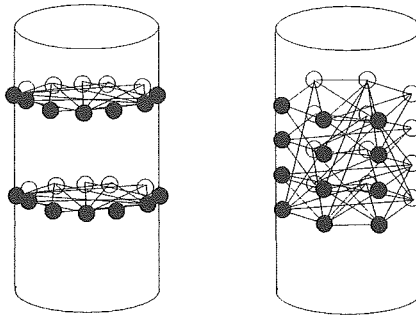
We can perform simultaneous acoustic pulse transmission measurements at various heights of the soil column to study dynamic water distributions during infiltration. There are two kinds of experiments: Transmitter-Receiver (T-R) experiments (see Figure 1) and tomography (see Figure 2). The electric hardware was built to alternately use every transducer as emitter and receiver. This device has to deal at the same time with high voltage electric pulses of 2 kV for the emitter excitation and the low voltage signals from the receivers in the mV range.

### 1.1 T-R Experiments

In this setup we have one transmitter and one receiver in one horizontal plain and we investigate several plains. An acoustical pulse is created by a switcher, driven by a HV-supply which creates an electronic pulse. This pulse drives the piezos in our transducers. Pumping a defined quantify of water from a reservoir into the sprinkler we simulate rainfall with defined water volume. In order to achieve sufficient temporal resolution a computer controls the experiments.



*Figure 1: Schematic drawing of an infiltration/ drainage experiment. The column diameter is about 30 cm, its height about 1 m. Three emitters and three receivers are shown. A computer controls the electro-acoustic transducers and the data collection.*



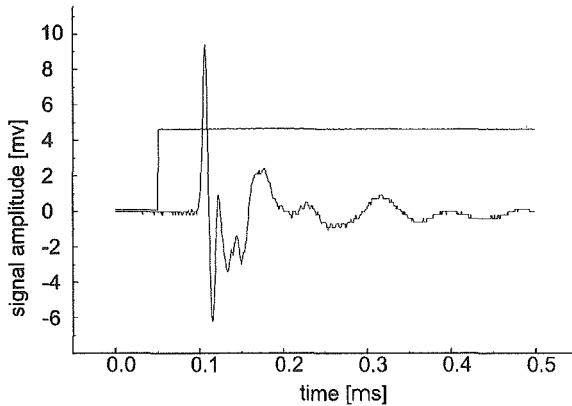
*Figure 2: Schematic drawing of two different tomographic setups. The travel times between all pairs of transducers are measured. Tomographic data inversion furnishes a volumetric acoustic velocity map.*

## 1.2 Tomography

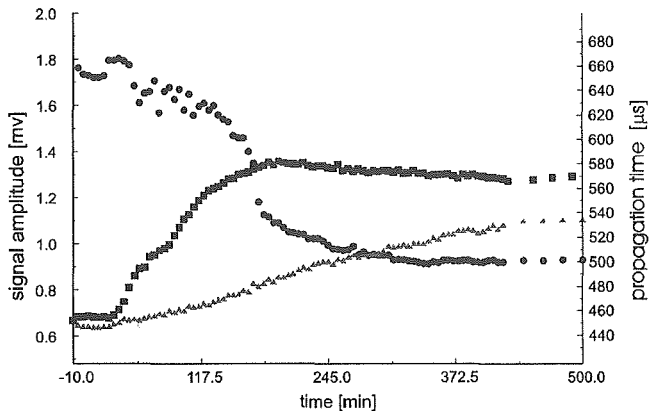
A horizontal slice tomographic shot with 10 transducers in the plain as shown in Figure 2 (left picture) lasts approximately 0.5 seconds and a spatial resolution in the plain. To get a spatial resolution in three dimensions we want to use the setup shown in Figure 2 (right picture).

## 2. Results of the T-R Experiment

The acoustic pulse sent into the soil is a broadband pulse, but only frequencies below 10 kHz are observed at the receivers. All higher frequencies are strongly scattered and absorbed. The 10 kHz maximum frequency corresponds to a wavelength of about 5 cm in soil, the expected resolution with the setup is therefore in the order of 5 cm. A typical electrical signal of the receiver is shown in Figure 3.



*Figure 3: Typical electric signal of an acoustic pulse which has traveled through the soil. The trigger for pulse emission is shown in the background.*



*Figure 4: Water infiltration (lasting 180 min) and drainage in a 30 cm diameter soil column (site Möhlin). The water content in the soil was measured with a TDR-probe (squares) at the same height as the acoustic measurements. The water content rises from 29% to 36%. The amplitude of the first peak of the acoustic signal (circles) decreases with increasing water content. The acoustic signal propagation time is seen to rise slowly and is depicted as triangles.*

One observes several pronounced peaks at the beginning and a long tail which lasts about 1 ms. At the moment, we reduce the signal to two parameters: the height and the arrival time of the first peak. The arrival time is interpreted as the time the acoustic pulse took for passing in a straight line between emitter and receiver, the height of the pulse is interpreted as being linear to the remaining pressure pulse after passing through the soil, and the various interfaces (soil-metal housing, transducer-metal housing). Figure 4 shows the behavior of the two acoustic parameters during an infiltration experiment.

### 3. Conclusions

From Figure 4 we note some correlations between the soil humidity measured with the TDR-probe and the acoustic parameters. From the different characteristic times of the three parameters we think that not only moisture is the determining factor of the acoustic measurement, but the distribution of water in the soil also plays an important role. The fact that subsequent infiltrations at higher antecedent soil moisture do not show these differences in characteristic times among the three parameters, supports the notion of moisture patterns being discernible with our acoustic method.

### References

- Attenborough, K., Models for the acoustical properties of air-saturated granular media, *Acta acustica*, VOL. 1, P. 213-226, (1993)
- Biot, M. A., Theory of propagation of elastic waves in a fluid-saturated porous solid. Part I: Low frequency range. Part II: Higher frequency range, *J. Acoust. Soc. of America*, VOL. 28, (2), P.168-191, (1955)
- Johnston, D. H. and Toksöz, M. N. and Timur A., Attenuation of seismic waves in dry and saturated rocks: II. Mechanisms, *Geophysics*, VOL. 44 (4), P. 691-711, (1979)
- Page, J. H. and Schriemer, H. P. and Jones, I. P. and Sheng, P. and Weitz, D. A., Classical wave propagation in strongly scattering media, *Physica A*, VOL. 241, P. 64-71, (1997)
- Sabatier, J. M. and Sokol, D. C. and Frederickson, C. K. and Römken, M. J. M. and Grissinger, E. H. and Shipps, J. C., Probe microphone instrumentation for determining soil physical properties: testing in model porous materials, *Soil Technology*, VOL. 8, P 259-274, (1996)

# Alpine Böden als Kohlenstoffspeicher

Fallstudie im Bereich der Jöri-Seen / Vereinatal / Klosters / Graubünden

Christian Hitz, Roman Schurter, Markus Egli & Peter Fitze

Geographisches Institut der Universität Zürich, Winterthurerstr. 190, 8057 Zürich (chitz@geo.unizh.ch)

## 1. EINLEITUNG

Vom terrestrischen Kohlenstoff sind 2/3 in Böden und Streu gebunden (SCHIMEL, 1995). Weil die gespeicherte Kohlenstoffmenge stark von klimatischen Faktoren abhängt (POST ET AL., 1982), ist durch die globale Erwärmung mit Veränderungen in diesem 'Pool' zu rechnen. Dabei ist unklar, ob Böden dabei zu C-Quellen (TOWNSEND ET AL., 1992) oder C-Senken werden (TANS ET AL., 1990; HARRISON ET AL., 1993).

Aufgrund der grossen Flächenanteile stellen alpine Böden in der Schweiz einen wichtigen aber bisher schlecht quantifizierten Kohlenstoffspeicher dar (PAULSEN, 1995).

Unser Gesamtprojekt befasst sich mit organischem Kohlenstoff (Corg) in Böden des Untersuchungsgebietes Vereinatal (Graubünden, Schweiz), das mit 1'900 bis 2'500 M.ü.M. über der aktuellen Waldgrenze liegt. Die vorliegenden Resultate beziehen sich auf den obersten Bereich des Tales auf einer Höhe von 2'500 M.ü.M.

## 2. FRAGESTELLUNGEN

- Wie lässt sich die Verteilung von Corg im Bodenprofil charakterisieren?
- Von welchen Standortfaktoren hängt die Bildung von Corg in alpinen Böden ab?
- Wie gross sind die Vorräte an Corg in alpinen Regionen (Inventarisierung)?
- Welche Feld- und Labormethoden eignen sich für die Untersuchung von alpinen Böden?

## 3. FELD- UND LABORARBEIT

**Probenentnahme:** Im Untersuchungsgebiet wurden mit Hilfe von Luftbildern, Karten und Geländemodellen verschiedene Untersuchungsflächen ausgeschieden.

Zur Entnahme der Bodenproben kamen zwei verschiedene Methoden zum Einsatz:

- Bohrröhr (Durchmesser 7 cm): Proben verwendet zur Inventarisierung und zur Charakterisierung des Profilverlaufs mit Volumenbezug (Testfläche)
- In skelettreichen Böden musste auf den Einsatz des Bohrers verzichtet werden. Der Volumenbezug wurden durch das Auskleiden der Profilgruben mit Plastikfolie und dem Auffüllen mit Sand hergestellt.

**Probenaufbereitung:** Aufgrund der starken Durchwurzelung liessen sich die Proben nicht mit einer konventionellen Handsiebung aufbereiten. Luftgetrocknete Proben wurden mittels Nasssiebung und Flotation aufgetrennt um Wurzeln und Skelett von der Feinerde zu trennen (KLEBER, 1997). Unterschieden wurden folgende Fraktionen:

Tab. 1: Erläuterung der einzelnen Fraktionen

Fraktion:	Beschreibung
Skelett	Fraktion > 2 mm nach der Nasssiebung. Bei der anschliessenden Flotation in Wasser sinkt das Skelettmaterial ab.
Grobwurzeln	Als Grobwurzeln wird jenes Wurzelmaterial bezeichnet, das grösser ist als 2 mm und vom Skelettmaterial mittels Flotation abgetrennt wird.
Feinwurzeln	Bei der Fraktion Feinwurzeln handelt es sich um Wurzelmaterial < 2 mm, das nach der Siebung auf dem Wasser aufschwimmt und abgeschöpft werden kann.
Feinerde	Die Feinerde setzt sich im Siebwasser ab und wird mittels C/N- Elementaranalyse auf ihren Gehalt an organischem Kohlenstoff untersucht.

#### 4. ERSTE RESULTATE

**Verifikation der Probenaufbereitung:** Die Aufbereitung der Proben mittels Nasssiebung führt zu Materialverlusten von durchschnittlich 1.22 Gew.%. Dies ist vor allem auf das Abschütten des Siebwassers zurückzuführen.

Der Vergleich von zwei Analysemethoden für organischen Kohlenstoff zeigt, dass die Methode nach Walkley/Black (nasse Veraschung mit  $K_2Cr_2O_7$ ) rund 84 % der C-Gehalte der C/N-Elementaranalyse liefert (n=39). JACKSON (1962) erwähnt Werte von durchschnittlich 77 %. Die Methode nach Walkley/Black spricht grundsätzlich schlecht auf rezentes Material an. Daher zeigt die gleiche Grössenordnung der Werte, dass das Abtrennen von Wurzelmaterial aus der untersuchten Feinerde gut gelang.

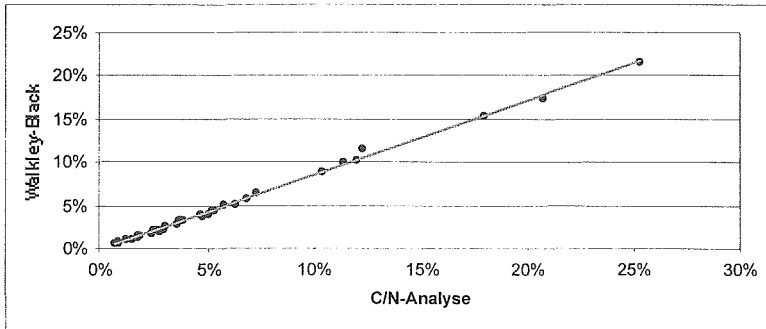


Abb. 1: Verhältnis der organischen Kohlenstoffgehalte (Corg) bei der Analyse nach Walkley / Black und mittels C/N-Elementaranalyse (alle Proben sind karbonatfrei)

**Verteilungscharakteristik in den Bodenprofilen:** Die Verteilung der Fraktionen (gemäss Tab. 1) und des organischen Kohlenstoffs im Profil wurde an Bohrkernen untersucht (n=32). Alle diese Kerne wurden auf einer Testfläche von 6x6 Metern entnommen. Aufgrund der unterschiedlichen Profiltiefen liegen nicht für alle Tiefenintervalle die gleiche Anzahl Werte vor. In Tab. 2 zeigen sich klar die sehr hohen Skelettgehalte und die hohe Durchwurzelung bis in tiefe Bodenschichten. Die grossen Unterschiede der Fraktionsverteilung auf der kleinen Testfläche und auch bei direkt nebeneinander liegenden Bohrkernen weisen auf eine grosse räumliche Variabilität hin. Dadurch wird eine repräsentative Probenahme erschwert.

Tab. 2: Prozentuale Anteile der einzelnen Fraktionen für verschiedene Tiefenintervalle. (0-5 cm: n=32; 5-10 cm: n=31; 10-20 cm: n= 31; 20-30 cm: n= 20)

Tiefe	Skelett [%]			Grobwurzeln [%]			Feinwurzeln [%]			Feinerde [%]		
	Min	Ø	Max	Min	Ø	Max	Min	Ø	Max	Min	Ø	Max
0-5 cm	0.4	5.0	24.0	1.5	3.9	10.1	0.2	1.8	6.3	69.1	88.3	95.7
5-10 cm	7.2	24.9	79.4	0.1	0.4	0.8	0.1	0.3	0.8	20.0	74.0	91.2
10-20 cm	10.2	41.8	60.5	0.1	0.3	0.6	0.0	0.3	1.3	39.0	57.6	88.7
20-30 cm	33.8	46.5	63.9	0.0	0.1	0.5	0.0	0.1	0.4	35.2	53.0	66.0

Für die einzelnen Fraktionen wurden folgende Corg-Gehalte ermittelt (Tab. 3):



Tab. 3: Kohlenstoffgehalte [Gew. %] der einzelnen Fraktionen für verschiedene Tiefenintervalle. (0-5 cm: n=32; 5-10 cm: n=31; 10-20 cm: n= 31; 20-30 cm: n= 20)

Tiefe	Grobwurzeln [%]			Feinwurzeln [%]			Feinerde [%]		
	Min	Ø	Max	Min	Ø	Max	Min	Ø	Max
0-5 cm	35.3	41.8	45.0	37.4	40.4	43.1	5.7	19.3	32.8
5-10 cm	40.3	43.0	46.2	36.0	39.7	42.4	3.4	6.6	13.6
10-20 cm	41.5	44.0	46.4	40.3	41.3	42.4	1.8	3.8	5.4
20-30 cm	43.5	44.8	46.1	38.8	40.1	41.5	0.7	1.8	3.1

Aus den absoluten Fraktionsanteilen und den Gehalten der jeweiligen Fraktionen lassen sich die total gespeicherten C-Mengen [kg/m<sup>2</sup>] errechnen:

Tab. 4: Kohlenstoffmengen [kg/m<sup>2</sup>] in den einzelnen Fraktionen für verschiedene Tiefenintervalle. 0-20 cm: n=31; 20-30 cm: n= 20 (Werte gerundet)

Tiefe	Grobwurzeln [kg/m <sup>2</sup> ]			Feinwurzeln [kg/m <sup>2</sup> ]			Feinerde [kg/m <sup>2</sup> ]			Total		
	Min	Ø	Max	Min	Ø	Max	Min	Ø	Max	Min	Ø	Max
0-5 cm	0.2	0.4	0.6	0.0	0.2	0.5	1.7	4.0	5.6	2.2	4.5	5.9
5-10 cm	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.1	0.9	2.2	3.7	0.9	2.3	3.7
10-20 cm	0.1	0.1	0.3	0.0	0.1	0.6	0.9	2.5	4.0	1.0	2.7	4.6
20-30 cm	0.0	0.1	0.3	0.0	0.1	0.2	0.5	1.2	2.5	0.5	1.3	3.0
Total		0.7			0.4			9.9			10.8	

Von der auf der Testfläche durchschnittlich gespeicherten Kohlenstoffmenge von 10.8 kg/m<sup>2</sup> befinden sich 90.1 % in der Feinerde. Der Anteil des Kohlenstoffes in Wurzeln schwankt zwischen 12.0 % (0-5 cm) und 5.5 % (5-10 cm). Bei Betrachtung der Mengen in der Feinerde zeigt sich, dass 62.5 % im Tiefenintervall 0-10 cm und 87.9 % im Tiefenintervall 0-20 cm gespeichert sind. Aufgrund der hohen Skelettanteile und der geringen C-Gehalte (<0.8 %) ist die gespeicherte Kohlenstoffmenge in einer Tiefe >30 cm nicht relevant.

**Einfluss von Standortfaktoren:** Eine wichtige Zielsetzung des Projektes liegt in der Korrelation einzelner Standortfaktoren mit dem Gehalt an Kohlenstoff in den Böden der Untersuchungsflächen. Bei der Feldarbeit wurden die Probestandorte gemäss der Erwartung festgelegt, dass vor allem die Exposition und die Hangneigung eine wichtige Rolle spielen würden. Diese Annahme wurde nur teilweise bestätigt. Während bei zunehmender Hangneigung eine geringe negative Korrelation zum Kohlenstoffgehalt festgestellt werden konnte (R= -0.321, n=31), ergab sich beim Betrachten verschiedener Expositionsklassen keine Korrelation (R= -0.042). Offensichtlich hängt die Menge der organischen Substanz von anderen Standortfaktoren ab. Dazu gehört sicherlich die Vegetation. Eine Korrelation der Kohlenstoffmengen mit der Vegetationsbedeckung der Probestandorte ergab einen Korrelationskoeffizienten von R=0.743, was bei der verwendeten Probenmenge (n=31) eine signifikante positive Korrelation darstellt.

**Kohlenstoffvorräte:** Aus allen Proben lässt sich für das gesamte Untersuchungsgebiet eine durchschnittliche Kohlenstoffmenge von 6.7 kg/m<sup>2</sup> errechnen (Stickstoff 0.4 kg/m<sup>2</sup>). Wird dieser Wert mit dem Faktor 1.72 umgerechnet, so resultiert ein Gehalt 11.5 kg/m<sup>2</sup> organischer Substanz.

Der Vergleich mit Literaturwerten gestaltet sich schwierig, weil oft nur prozentuale Werte vorliegen, die eine Berechnung der totalen C-Gehalte verunmöglichen. PAULSEN (1995)

gibt für alpine Böden Gehalte an organischer Substanz zwischen 8 und 20 kg/m<sup>2</sup> an. Die gespeicherte organische Substanz im Gebiet der Jöri-Seen liegt somit im tieferen Bereich dieser Angaben, was auf die Höhenlage des Untersuchungsgebietes im Grenzbereich der Vegetationsbedeckung zurückzuführen ist.

Vom gesamten Untersuchungsgebiet liegen etwa 3/4 im praktisch vegetationslosen Gletschervorfeld. Auf den verbleibenden 1.5 km<sup>2</sup> mit entwickelten Böden sind somit 7'500t bis 10'500t Kohlenstoff in der Feinerde gespeichert.

## 5. AUSBLICK

Begonnene und geplante Untersuchungen widmen sich der kleinräumigen Variabilität des Gehaltes an organischem Kohlenstoff sowie den total gespeicherten Mengen in verschiedenen Höhenstufen. Mit einer chemische Fraktionierung der Feinerde soll untersucht werden, in welchen 'Pools' die organische Substanz gebunden ist.

## 6. ZUSAMMENFASSUNG

Zur Untersuchung der organischen Kohlenstoffgehalte in alpinen Böden des Untersuchungsgebietes 'Jöri-Seen' wurde ein Nasssiebverfahren angewandt, welches die Trennung von Skelett, groben und feinen Wurzeln sowie Feinerde ermöglichte. Mit dieser Fraktionierungsmethode wurde eine gute Trennung erzielt. Als wichtigste Einflussgrösse auf den Gehalt an Corg konnte der Grad der Vegetationsbedeckung eruiert werden. In der Feinerde gespeicherte Kohlenstoffmengen liegen durchschnittlich bei 6.7 kg/m<sup>2</sup>. Davon sind 62.5 % im Tiefenintervall 0-10 cm und 87.9 % im Tiefenintervall 0-20 cm gespeichert. Tiefer als 30 cm wird praktisch kein Kohlenstoff gespeichert.

## ABSTRACTS

To investigate soil organic matter content of alpine soils of the test area 'Jöri-Lakes', a wet sieving procedure was applied. This lead to a good separation of the fractions 'stones' (> 2 mm), 'fine and coarse roots', and 'fine earth'. The degree of vegetation coverage was found to be the most important factor affecting soil organic matter storage. On average, the fine earth content is 6.7 kg/m<sup>2</sup> of which 87.9 % are found in the depth 0-10 cm and 87.9 % in the depth 0-20 cm. Below 30 cm, the soil organic matter content is negligible.

## 7. LITERATUR

- HARRISON, K. G., BROECKER, W. & BONANI, G. (1993): A strategy for estimating the impact of CO<sub>2</sub> fertilisation on soil carbon storage. *Global Biogeochemical Cycles* 7, 69-80.
- JACKSON, M.L. (1962): *Soil chemical Analyses*. London, 485p.
- KLEBER, M. (1997): Carbon exchange in humid grassland soils, In: Fischer W.R., Kaupenjohann M., Roth K. und Stahr K. (Hrsg.): *Hohenheimer Bodenkundliche Hefte* 41, Universität Hohenheim, Stuttgart, 264p.
- PAULSEN, J. (1995): *Der biologische Kohlenstoffvorrat der Schweiz*, Verlag Rüegger, Chur / Zürich, 134p.
- POST, W. M., EMANUEL, W. R., ZINKE, P. J. & STANGENBERGER, A. G. (1982): Soil carbon pools and world life zones. *Nature* 298, 156-159.
- SCHIMEL, D. (1995): Terrestrial ecosystems and the carbon cycle. *Global Change Biology* 1, 77-91.
- TANS, P. P., FUNG, I. Y., & TAKAHASHI, T. (1990): Observational constraints on the global atmospheric CO<sub>2</sub> budget. *Science* 247, 1431-1438.
- TOWNSEND, A. R., VITOUSEK, P. M. & HOLLAND, E. A. (1992): Tropical soil could dominate the short-term carbon cycle feedbacks to increased global temperatures. *Clim. Change* 22, 293-303.

# Towards a data base to interpret earthworm populations in permanent meadows

Gérard Cuendet<sup>1</sup>, Ruedi Stähli<sup>2</sup> and Elisabeth Suter<sup>2</sup>

<sup>1</sup> CH - 1675 Vauderens and <sup>2</sup>  konsult, Thunstr. 95, CH - 3006 Bern

## Abstract

Biomasses and diversity of earthworm populations were investigated in 90 permanent meadows in Switzerland. This investigation was designed to create a data base for future comparisons related to soil protection surveys and land reclamation as well as provide information on the influence of various site parameters (agricultural methods, soil characteristics and climate) on earthworm biomasses.

A total of 23 species was observed in the 90 sites with an average of 9 species in each meadow. Total earthworm biomass varied between 131 and 515 g m<sup>-2</sup> with half of the values lying between 250 and 400 g m<sup>-2</sup> and the median at about 300 g m<sup>-2</sup>. With only one exception the two groups of anecic species taken together always made up the largest part of the total biomass (median 75%). The variance of the results can be partly explained using a multivariable statistical model which reveals the parameters influencing the results to be degree of fertilization, grazing intensity, exposure to the sun and soil depth.

**Key words:** permanent meadow, earthworm population, fertilization, grazing, soil depth

## 1. Introduction

Encouraged by the positive attitude shown by the official Swiss organizations, concerned with soil protection, towards the use of earthworms in soil fertility assessments, a systematic survey of earthworm populations in permanent meadows was carried out. Its aim was twofold: to provide comparative values for earthworm populations in this type of meadow (which represents a reference environment for situations such as soil reconstitution over former gravel pits or similar sites) and to help in the interpretation of future data.

## 2. Sites and methods

The sites investigated were permanent meadows, i.e. meadows either cut or grazed but not ploughed for at least ten years. Sites were chosen to give a density of one site in every 100 km<sup>2</sup> and also to represent all the main soil types. In some regions site density was increased by integrating data from similar investigations. In other regions the density was not reached through lack of financial support from the canton concerned.

The 90 sites studied cover the Swiss lowlands (altitudes between 350 and 1050 metres) situated between the Alps and the Jura mountains and between Geneva and the Rhine valley near Austria.

At each site earthworm samples were taken at six points situated at the corners and centre-lines of a 4 m x 8 m rectangle. Sampling procedure was a combination of the formalin method (20 to 35 litres of 0.1% formaldehyde on each of the six 0.25 m<sup>2</sup> areas) and hand sorting of the first 20 cm of soil beneath an area of 0.1 m<sup>2</sup> situated at the centre of each formalin-treated area.

Using morphological and behavioural factors the various earthworm species were divided into four morpho-ecological groups, namely anecic species of the genus *Lumbricus* (group represented almost exclusively by *L. terrestris*), anecic species of the genus *Nicodrilus*, endogeic species and epigeic species.

Eighteen environmental parameters were studied. The main are: longitude, exposure to the sun, soil depth (potentially useable by earthworms), fertilization (estimate of nitrogen quantity scattered annually on the soil) and grazing intensity.

The influence of site parameters on the distribution of observed earthworm biomass was analysed using boxplots. A linear multivariable model was developed to analyse the simultaneous influence of site parameters on the main biomass species. Parameters having a statistically significant influence were selected with a backward elimination. Two (organic soil) sites were eliminated from the statistical analysis that was based on 88 meadow sites. The multivariable model which was finally adopted was based on 74 meadows where anecic *Nicodrilus* species were present, but not recently introduced by human activities.

### 3. Results

#### 3.1. Distribution of quantitative results

The range of values of total earthworm biomasses in the 88 sites were between 131 and 515 g/m<sup>2</sup>. Half of the observed values were between 250 and 400 g/m<sup>2</sup> while the median was close to 300 g/m<sup>2</sup>. On average the anecic species constitute around three quarters of the total biomass .

#### 3.2. Correlation between the biomasses of the two anecic groups

The anecic *Nicodrilus* species are in competition with the anecic *Lumbricus* species for part of their food. This competition is particularly intense when environmental conditions are unfavourable and food availability limited. Hence, if sites where total earthworm biomass is less than 270 g/m<sup>2</sup> are considered, a negative correlation is found between the biomasses of the two anecic groups ( $n = 29$ ,  $r = -0.710$ ). This correlation is not statistically significant ( $r^2 < 0.5$ ) if results taken as a whole are considered.

#### 3.3. Influence of site parameters taken individually

The boxplot analysis of the distribution of the results based on a separate examination of the influence of each site parameter reveals several tendencies but a limited number of cases are statistically significant.

**Soil depth** has a radical influence on the presence of anecic *Lumbricus* species since shallow soils do not offer ideal conditions to these species which remain active during the dry summer season.

The **degree of fertilization** is a parameter influencing observed earthworm biomass. Fertilization can influence earthworm populations by acting on the food availability both by increasing plant production and by supplying organic matter to the surface.

Generally speaking the greatest total biomasses were observed where the degree of fertilization was high (Fig. 1). The two anecic groups taken together are influenced by the degree of fertilization, whereas the same influence is hardly noticeable, if each group is considered separately.

Effects of **grazing** are both positive (trampling of grass, part of which is made available to earthworms, and presence of cow dung which can be progressively colonized by

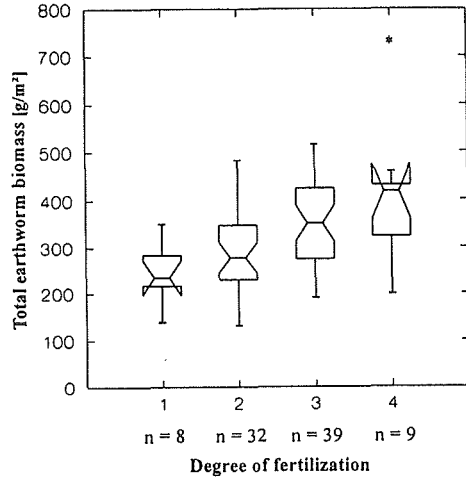
epigeic species followed by other groups) and negative (particularly under damp conditions, trampling of earthworms living near the surface and destruction of the upper sections of their tunnels). Grazing intensity has clearly a positive influence on anecic *Nicodrilus* species (Fig. 2) and a negative effect on endogeic species. No statistically significant differences are found for the other groups or for total biomass.

Anecic *Nicodrilus* species appear to be better able than other earthworms to take advantage of the mixing of vegetable fragments with surface soil resulting from trampling (Cuendet, 1992) and seem to be more able to dig through compacted soil (Pearce, 1984).

The negative influence on endogeic species might be explained by a negative effect resulting from surface soil compaction (tunnels harder to dig and high mortality of individuals found near the surface) not compensated for by a sufficiently large increase in food supply.

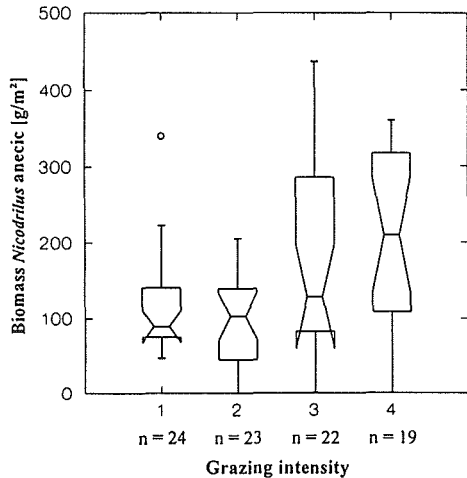
**Figure 1**  
Total earthworm biomass as a function of degree of fertilization.

1 = 0-40 kg N ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>;  
2 = 41-110 kg N ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>;  
3 = 111-180 kg N ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>;  
4 = > 180 kg N ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>.



**Figure 2**  
Anecic *Nicodrilus* biomass as a function of grazing intensity.

1 = no grazing;  
2 = grazing once a year;  
3 = grazing 2-3 times a year;  
4 = meadow used essentially for grazing.



### 3.4. Statistical results of the multivariable model

The influence of the parameters used in the model is statistically significant ( $p < 0.05$ ) in each case. These parameters differ from one morpho-ecological group to another due to their different reactions to environmental conditions. This results in there being only one single parameter, fertilization, whose influence is statistically significant on the total biomass of the population.

This linear model confirms results obtained from the monovariable relationship study and clearly demonstrates that it is above all the agricultural methods used to exploit meadows that determine the biomass levels reached by the main earthworm groups.

### 3.5. Interpretative method for values observed in permanent meadows

Whilst the established data base remains to be completed in the future, it already suggests a method of interpreting values concerning earthworm populations in permanent meadows in the Swiss lowlands. This method proposes a comparison of values to be interpreted with those of the data base (grouped into two regions) by posing two types of question:

- Is the diversity of the population normal or is there an unusual absence of some species?
- Considering the site parameters, what significance can be given to the biomasses observed for the four morpho-ecological groups and for the population as a whole? Is there an unusual deficit for one or other of these groups?

In the case of the second question, the method gives indications on the site parameters to consider and their possible influence on each of the morpho-ecological groups.

## 4. Conclusions

The present investigation provides the soil protection services in Switzerland with an initial basis to interpret their own earthworm population observations and illustrates the usefulness of defining different groups of earthworms. It also shows that agronomical parameters determine to a large extent the level reached by different earthworm biomasses and that more accurate measurement of these parameters (e.g. quality of organic fertilizer added and proportion of leguminous plants in the meadow) could improve the interpretation of the observed earthworm values.

The whole results of the survey were published in two versions, french (Cuendet *et al.*, 1997) and german (Suter *et al.*, 1997).

## 5. References

- Cuendet, G., 1992. Effect of human treading on earthworm population of two forests in Switzerland. *Soil Biol. Biochem.*, 24: 1467-1470.
- Cuendet, G., Stähli, R. and Suter, E., 1997. Peuplements lombriciens des prairies permanentes du Plateau suisse. Cahier de l'environnement n° 291. Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage (OFEPF).
- Pearce, T. G., 1984. Earthworm populations in soils disturbed by trampling. *Biol. Conserv.*, 29: 241-252.
- Suter, E., Stähli, R. and Cuendet, G., 1997. Die Regenwurm-Fauna von Dauergrünland des Schweizer Mittellandes. Schriftenreihe Umwelt Nr. 291. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL).

## Kurzberichte

### Eindrücke und Nachlese von der IUSS-Tagung über Verdichtungen des Unterbodens in Kiel vom 24.-26.3.99.

Aus Diskussionen zeichnete sich folgender Teufelskreis ab:

Aus *wirtschaftlichen* Gründen müssen die Bauernbetriebe der Industrienationen grösser werden. Der Drang zur Vergrösserung ist unabhängig von der gegenwärtigen Betriebsgrösse, d.h. er wirkt sowohl auf die 200-ha Farmen im mittleren Westen der USA, auf die Nachfolgebetriebe der Sowchosen und Kolchosen in Rumänien wie auch auf die Bauernbetriebe in der Schweiz. Die Arbeitsproduktivität muss offenbar zunehmen. Deswegen müssen die Maschinen den Boden schneller und mit einer zu reduzierenden Anzahl von Überfahrten bearbeiten. Dies ist nur möglich, wenn die Motoren der Traktoren, Erntemaschinen und Zusatzgeräte mehr Leistung erbringen. Erhöhte Leistung bedingt schwerere Gefährte, die eben den Unterboden verdichten. Verdichtung reduziert die Sickerfähigkeit eines Bodens, das Wasser bleibt vermehrt liegen, in Hanglagen fliesst es oberflächlich ab und reisst Bodenteilchen und Pflanzennährstoffe mit sich. Erhöhte Verdichtung schränkt auch die Bodendurchlüftung ein. Dabei kümmern die Wurzeln und pflanzverfügbares Nitrat wird biochemisch zu gasförmigen Stickoxiden reduziert. Soweit das Problem auf Betriebsebene.

Die Auswirkungen auf den Landschaftshaushalt erregen ebenso Besorgnis. Das erodierte Bodenmaterial muss abgelagert werden. Durchlässe werden verstopft und Seen werden mit mitgeschleppten Phosphaten eutrophiert. Das rasch abfliessende Wasser kann zu lokalen Überschwemmungen führen und steht den Pflanzen nicht mehr für die Verdunstung zur Verfügung. Die Stickoxide tragen zu Sommersmog und Treibhauseffekt bei.

Der *wirtschaftliche Druck*, der zu *überhöhtem Bodendruck* führt, lässt sich aus der Konkurrenz auf den internationalen Märkten erklären, die zu tieferen Nahrungsmittelpreisen führt. Der anhaltende Verkaufserfolg der Bioprodukte zeigt aber, dass das Nahrungsmittelbudget vieler Konsumenten elastischer geworden ist und günstigere Nahrungsmittelpreise das Haushaltsbudget kaum mehr deutlich zu entlasten vermögen. Hier sehe ich eine erste Chance für Politiker, den starren, kurzfristig ökonomischen Teufelskreis zu Gunsten einer langfristigen Benutzbarkeit unserer Böden durchbrechen zu helfen. Eine zweite Möglichkeit liegt in einer partiellen Umorientierung der Direktzahlungen an die Ackerbauern, indem vermehrt der Anbau von solchen Pflanzen honoriert wird, welche die Struktur von verdichteten Unterböden zu verbessern vermögen.

# Erlebnis Boden

## Eine Aktionskampagne zum Schutz des Bodens

Hansjürg Hörler, Büro naturnah, Hinterer Schermen 29, 3063 Ittigen  
 Martin Geillinger, Martin Geillinger & Partner, Reismühlestr. 13/1, 8409 Winterthur

### Erlebnis Boden informiert und bewegt

Die Aktionskampagne

- informiert über den Boden als kostbares, schützenswertes und gefährdetes Gut
- zeigt konkret auf, wie Böden fruchtbar erhalten und Belastungen vermindert werden können.
- stellt vor, was Bodennutzer zum Schutz des Bodens bereits unternehmen.
- motiviert und unterstützt die Multiplikatoren und Akteure.

### Module für jede Zielgruppe

Dank der Aufteilung in Module entsteht eine vielseitig einsetzbare Palette von Hilfsmitteln, die den individuellen Bedürfnissen der verschiedenen Zielgruppen, Einsatzorte und Verwendungsarten angepasst werden können. Die Module werden für die deutsch- und französischsprachige Schweiz entwickelt.

<b>Basismodul</b>	Grundlageninformationen zum Boden und zur Bodenbelastung
<b>Landwirtschaft und Ernährung</b>	Massnahmen im stofflichen und physikalischen Bodenschutz, insbesondere Düngung, Pflanzenschutz, konservierende Bodenbearbeitung, Mechanisierung, Bodenerosion, Bodenpressung, Humusbilanz, Anbaumethoden, Maschineneinsatz
<b>Gartenbau und Siedlungsgrün</b>	Bodenschutz im Erwerbsgartenbau, Bewirtschaftung von Grünanlagen und Freizeitgärten
<b>Bauen im Siedlungsraum</b>	Physikalischer Bodenschutz auf Baustellen, Bauschutt entsorgen, Versiegelung minimieren

### Vielseitige Hilfsmittel für Alle

Erlebnis Boden ergänzt die bestehende Beratungs- und Informationsinstrumente durch neue. Alle Hilfsmittel können durch jedermann einfach erworben oder ausgeliehen werden.

- Informationstafeln und Drucksachen
- Erlebnis- und Demonstrationsobjekte
- Versuchsmaterial
- Beratungs- und Schulungsunterlagen
- Anleitungen und Vordrucke

### Erlebnis Boden wird vor Ort umgesetzt

"Erlebnis Boden" ist eine integrierte Kampagne und umfasst Auftritte an nationalen Messen und regionalen Veranstaltungen, Fachveranstaltungen, Einsätze in Gemeinden und an der Basis. Die Umsetzung wird aktiv unterstützt und gefördert.

- Aktionen: z.B. Bodenzahl, lokale Agenda 21, Aktionen in Gemeinden, Tag der offenen Tür auf Bauernhöfen und in Gartenfachgeschäften
- Sonderschauen: z.B. BEA, LUG öga, Grün 2000, swissbau, regionale Messen
- Schule / Beratung: Projektwoche, Lektionen, Seminare
- Medien: Presse, Radio, Fernsehen



## **Erlebnis Boden unterstützt die Akteure an der Front**

Die Akteure in Städten und Gemeinden werden in der Planung und Ausführung von Ausstellungen und lokaler Aktionen unterstützt.

- Verkauf fertiger Informationsmittel
- Verleih von Hilfsmitteln
- Informationsseminare
- Leitfaden
- Planungshilfen
- Praxisberatungen
- Medienarbeit
- Koordinations- und Informationsstellen

## **Die Aktionskampagne startet Anfang 2000**

- Konzeption bis Frühjahr 1999
- Produktion der Module bis Ende 1999
- Information der Akteure und Multiplikatoren ab Sommer 1999
- Einsätze ab Februar 2000

## **Hinter Erlebnis Boden stehen Bodenschützer und Bodennutzer**

Erlebnis Boden wird realisierbar durch die Zusammenarbeit der wichtigsten Organisationen. Viele Fachstellen und Institutionen sind an Erlebnis Boden interessiert. Wir sind im Gespräch mit:

- Bundesamt für Umwelt Wald und Landschaft BUWAL
- Bundesamt für Landwirtschaft
- Landeshydrologie und –geologie
- Forschungsanstalten, Bildungs- und Beratungszentren
- Kantonale Fachstellen für Bodenschutz
- Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz (BGS)
- Schweizerischer Bauernverband
- Schweizerischer Baumeisterverband
- Schweizerische Vereinigung für Gewässerschutz und Lufthygiene (VGL)
- Verband Schweizerischer Gärtnermeister VSG
- Vereinigung Schweizerischer Stadtgärtnereien und Gartenbauämter (VSSG)

## **Ein interdisziplinäres Team arbeitet an Erlebnis Boden**

Projektleitungsgemeinschaft:

Martin Geillinger & Partner

Reismühlestr. 13/1, 8409 Winterthur

Tel. 052 242 54 55, Fax 052 242 54 14

e-mail mgeillinger@access.ch

Büro naturnah

Hinterer Schermen 29, 3063 Ittigen

Tel. 031 922 06 79, Fax 031 922 04 45

e-mail naturnah@pop.agri.ch

In Zusammenarbeit mit:

biol - conseils sa, Catherine Strehler, Neuchâtel (Adaption Westschweiz)

Stiftung Umweltbildung Schweiz, Christoph Frommherz, Zofingen (Modul Schule)

Atelier 22, Manuela Fischer, Winterthur (Grafische Gestaltung)

Fachstellen und Institutionen (Modulbegleitung)

**Erlebnis Boden wird erfolgreich sein,  
wenn sich die Bodenfachleute überall im Land engagieren.**



## Jahresbericht des Präsidenten / Rapport d'activités 1998

Die **Jahrestagung** fand am 12./13. März 1998 in Schlieren und Zürich zum Thema „Stofftransport im Boden“ statt. Der erste Tag bot den zahlreich anwesenden Mitgliedern die Gelegenheit, in äusserst vielfältigen und interessanten Präsentationen in Labors, an Computern oder im Gespräch die Forschungsschwerpunkte der 4 Fachbereiche des Instituts für Terrestrische Ökologie der ETH in Schlieren kennen zu lernen.

An der anschliessenden ordentlichen Generalversammlung (siehe auch Protokoll hierzu in den BGS/SSP-Mitteilungen vom Mai 1998) standen Wahlen an, galt es doch Jean-Michel Gobat als Präsident zu verabschieden. Jean-Michel hat sich sehr stark für die SSP engagiert, sei es in seinen Chargen im Vorstand als auch als gewiefter Organisator. Er war aber vor allem auch darauf bedacht, dass die Antenne romande in der BGS zum Tragen kommt. Als Nachfolger wurde der Schreibende, als neuer Vizepräsident Rainer Schulin, Professor für Bodenschutz an der ETH, gewählt.

Die wissenschaftliche Tagung fand am darauffolgenden Tag an der ETH in Zürich mit über 100 Teilnehmern und Referenten aus der Schweiz, aber auch aus Deutschland und Österreich statt. Die Beiträge stiessen im Auditorium auf grosse Resonanz und führten dementsprechend auch zu interessanten Diskussionen. Auch die parallel dazu stattfindende Postertagung gab Einblick in viele interessante Forschungsprojekte und wurde rege frequentiert. Ein grosser Teil der Referate und Posters ist im Bulletin BGS Nr. 22 vom Mai 1998 publiziert.

Den Organisatoren unter der Leitung von Herrn Prof. Sticher sei an dieser Stelle für die perfekte Organisation noch einmal der herzlichste Dank ausgesprochen.

Die **Jahresexkursion** vom 4./5. September 1998 führte, dem Thema „Sols du Valais: de la steppe au glacier“ folgend, mit mehr als sechzig interessierten Bodenkundlerinnen und Bodenkünlern von den Böden in der Talebene des Wallis, zum Teil noch nicht abschliessend klassiert(?!), bis hinauf ins Val d'Anniviers zu den jüngsten, vom Gletscher erst freigegebenen Böden auf mehr als 2500 Meter Höhe. Nachdem die SBB uns bereits zu Beginn eine saftige Verspätung von einer Stunde eingebracht hatte, bewahrheitete sich wieder einmal die Regel, dass Improvisation nur möglich ist, wenn vorher gut organisiert wurde. Dafür waren viele unserer Freunde aus der Romandie, vor allem wieder einmal die Neuenburger um Jean-Michel Gobat, dann aber auch Werner Rohr, Moritz Müller und Peter Germann verantwortlich. Was unter Pedologie so alles abgehandelt werden kann, erfuhren wir während der ganzen 2 Tage auf eindruckliche Art und Weise. Dass dann am Lac de Moiry nach vorerst

kaum mehr nachlassendem Regen plötzlich die Sonne durchbrach und den Blick auf den Gletscher und die weit hinab verschneiten Berge freigab, war ein glänzendes Finale. Bei denjenigen Kolleginnen und Kollegen, die am Morgen, dazu noch in garstigem Regen, wegen einer Übermittlungspanne (wir hatten eindeutig zu wenig Handys!) fast eine Stunde auf den Bus warten mussten, möchte ich mich persönlich noch einmal ganz herzlich für das Malheur entschuldigen!

An der **SANW-Jahrestagung** in Airolo konnte die BGS lediglich als Mitorganisator der Exkursion auftreten, da sich für die Vortragstagung zuwenig Interessenten meldeten. Ich persönlich führe dies einerseits auf das sehr spezielle Thema und andererseits auf den nicht sehr zentralen Versammlungsort zurück. Ich gehe davon aus, dass in diesem Herbst im zentral gelegenen Luzern, in Verbindung mit einem sehr interessanten Thema (nachhaltige Nutzung der Böden) ein grösseres Interesse bestehen wird.

Der **Vorstand** trat zu fünf jeweils halbtägigen Vorstandssitzungen zusammen. Diese relativ geringe Zahl an Sitzungen konnte nur erreicht werden, weil der Vorstand die Erledigung vieler Aufgaben an die einzelnen Vorstandsmitglieder delegieren konnte. Eine weitere Sitzung diente dem Gedankenaustausch mit den Arbeitsgruppen-Vorsitzenden.

Der Vorstand konnte vor allem mit dem grossen Einsatz unserer **Arbeitsgruppen** rechnen, die zum Teil immense Arbeit leisteten. In diesem Jahr waren es vor allem die Arbeitsgruppen „Plattform Bodenschutz“ und „Bodenkartierung“, die aus der aktuellen Lage heraus (einerseits Revision der Bodenschutzverordnung und andererseits die ungewisse Zukunft der Bodenkartierung in der Schweiz) sehr gefordert waren. Mit der Intensität, mit der diese Gruppen ihre Aufgaben anpackten, stossen wir aber bald an die Grenzen der rein ehrenamtlichen Arbeit. Gerade, wenn sich Mitglieder, die selbständig erwerbend oder in privater Anstellung sind, mit grossem Einsatz engagieren, sollten in Zukunft zumindest die ausgewiesenen Spesen rückerstattet werden können. In diesem Sinne wird der Vorstand zuhänden der Jahresversammlung auch einen Antrag stellen. Aber auch diejenigen Arbeitsgruppen, die im Moment vielleicht auf niederen Tourenzahlen laufen, spielen eine wichtige Rolle, da in der heutigen, rasant ablaufenden Problemumwelt sehr schnell eine Fragestellung aktuell werden kann, die ein Jahr zuvor noch nirgends zu erkennen war.

Die vor zwei Jahren speziell eingesetzte Arbeitsgruppe „Reflexion und Strategie“ hat bereits wichtige Punkte für die Weiterentwicklung der BGS/SSP formuliert und diskutiert. Wir werden heute noch näher darüber orientiert werden.

Ein grosses, gut vorankommendes aber noch nicht abgeschlossenes Projekt ist die **Bodendatenbank**. Hierzu werden wir noch detaillierter von Catherine Strehler informiert werden. Ich hoffe, dass sich viele Mitglieder im Probetrieb bereits einmal auf die Datenbank eingeklinkt haben und ihre Anregungen zuhanden der Projektleiterin formulieren konnten.

Wir durften im vergangenen Jahr auf die fachliche und im Rahmen der beschränkten Möglichkeiten auch finanzielle Unterstützung für klar definierte Projekte durch die Sektion Boden und allgemeine Biologie des **BUWAL** zählen.

Davon konnte das Projekt Bodendatenbank, die Arbeit der Arbeitsgruppe Bodenkartierung mit der Auswertung der Umfrage und die Plattform Bodenschutz bei der Fertigstellung des Dokuments „Konzept Physikalischer Bodenschutz“ profitieren.

Dieses Engagement des **BUWAL** ist nicht selbstverständlich, und wir danken für das Vertrauen, das unsere Arbeit bei den Bundesbehörden geniesst und natürlich auch für die finanzielle Unterstützung, die 50% des ausgewiesenen Aufwands in den oben erwähnten Projekten ausmacht. Wir hoffen, dass wir in diesem beschränkten Rahmen auch in Zukunft auf diese Unterstützung hoffen dürfen.

**Stellungnahmen.** Beunruhigt durch den **organisatorischen Umbau der landwirtschaftlichen Forschungsanstalten**, verbunden damit auch die Aufhebung des IUL hier im Liebefeld, hat der Vorstand einen Brief an den Direktor des Bundesamtes für Landwirtschaft, Herrn Hans Burger, geschrieben, und darin die grosse Besorgnis darüber ausgedrückt, dass die kompetente Forschungsgruppe Boden hier am IUL, verbunden mit der Inkorporation an der FAL Reckenholz geschwächt werde. Herr Direktor Burger hat in seiner Antwort versichert, dass dem nicht so sei. Wir sind uns unseres relativ kleinen Gewichtes bewusst und müssen heute, ohne weitere Einflussmöglichkeiten, doch mit Bedauern konstatieren, wie ein ehemaliges Kompetenzzentrum für landwirtschaftlichen Bodenschutz atomisiert wird. Im Sinn einer persönlichen Bemerkung des Präsidenten stelle ich hier die Frage, wie die Landwirtschaft in der Schweiz der Aufgabe der Ökologisierung denn nachkommen soll, - was ja bedingen würde, dass die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit ins Zentrum der Bemühungen gestellt werden müsste- ohne die entsprechenden Forschungskapazitäten im Bodenschutz - und nicht nur in der Bodennutzung - bereitzustellen.

Im Zusammenhang mit der beinahe vollständigen Auflösung des **Bodenkartierungsdienstes** an der FAL Reckenholz, hat sich die BGS in einer Gruppe, zusammen mit dem **BUWAL**, dem **BLW**, unserer Arbeitsgruppe Bodenkartierung und Kantonsvertretern des Bodenschutzes unter der Federführung von Karl Peyer und Jakob Nievergelt in einen Brief an die **ASUB** (Abklärung Servicebereich Umweltbeobachtung im Bereich EDI/UVEK) dafür verwendet, dass die Bodenkartierung im Sinne einer Umweltdatenerhebung im Rahmen der Neuor-

ganisation der Umweltbeobachtung auf Bundesebene die nötige Beachtung erfährt. Bis heute ist auf diese Eingabe nach unserer Kenntnis noch keine Reaktion erfolgt.

Im Vorfeld der Abstimmung über die Revision des **Raumplanungsgesetzes** hat sich der Vorstand der BGS in einer Stellungnahme zuhanden der Presse vernehmen lassen. Im Sinne der haushälterischen Nutzung des heute noch vorhandenen gewachsenen Bodens haben wir unsere Bedenken gegen die Aufweichung der zonengerechten Nutzung im Landwirtschaftsgebiet geäußert und die Revision zur Ablehnung empfohlen.

### **Publikationen**

BGS-Bulletin Nr. 22: Stofftransport Im Boden, Mai 1998

BGS-Dokument Nr. 9: Konzept physikalischer Bodenschutz, d/f, 1999 (im Druck)

**Information.** Die BGS stellte im vergangenen Jahr in grossem Umfang Fachwissen, gespiegelt aus der Plattform Bodenschutz, zur Verfügung, um zusammen mit der VGL (Vereinigung für Gewässerschutz und Luftreinhaltung) eine allgemeine Orientierungsschrift über Boden und Bodenschutz für Behörden zu erarbeiten, die in diesem Jahr als gemeinsame Publikation von BGS und VGL erscheinen soll.

**Dank.** Wir haben im Vorstand, in den Arbeitsgruppen, aber auch in der ganzen Gesellschaft ein anregendes und, so wie ich meine, fruchtbares Jahr hinter uns. Es ist für mich offensichtlich, dass dies nur möglich war und in Zukunft weiterhin möglich sein wird, weil unsere Gesellschaft von einem guten Geist beseelt ist. Ich meine damit, dass wir als Bodenkundler und Bodenkundlerinnen, die wir den Wert des Bodens als Lebensgrundlage kennen, prädestiniert und auch verpflichtet sind, in einer Gesellschaft, die fast nur noch den Wert des Geldes kennt, auf den unermesslichen Wert fruchtbaren Bodens immer und immer wieder hinzuweisen.

Ich danke allen Mitgliedern ganz herzlich, die unsere Gesellschaft in diesem Bestreben unterstützen. Ein ganz besonderer Dank gilt der Arbeitsgruppenpräsidentin und den –präsidenten für ihren grossen Einsatz. Ganz speziell danke ich aber auch meinen Kollegen im Vorstand, ohne deren grossen Einsatz die BGS/SSP nur halb so vital wäre, wie sie heute ist.

## Berichte der Arbeitsgruppen

### Arbeitsgruppe „Bodenklassifikation und Nomenklatur“

#### Tätigkeitsbericht 1998/99

*Der generelle Auftrag an die Arbeitsgruppe lautet:*

- Die Arbeitsgruppe soll eine BGS-Plattform für den Erfahrungsaustausch in den Bereichen Bodenklassifikation und Bodennomenklatur sein.
- Sie soll sich für die Vereinheitlichung der Bodenansprache in der Schweiz einsetzen.
- Sie verfolgt die internationale Entwicklung auf den Fachgebieten Bodenklassifikation und Bodennomenklatur.

*Die Zielsetzungen für die Geschäftsperiode 1997/1999 sind:*

- Die CH-Klassifikation (FAL/BGS 1992) mit der FAO-Klassifikation (1997) vergleichen.
- Die Funktion „Plattform“ ausbauen: Interesse an der Bodenklassifikation und generell an der Bodengenetik in der Schweiz (BGS) wecken.

Nachdem sich die Arbeitsgruppe im Geschäftsjahr 1997/98 in die FAO-Klassifikation eingearbeitet hat (4 Sitzungen), klang die Aktivität im Geschäftsjahr 1998/99 deutlich ab. Es wurde lediglich eine Sitzung abgehalten. Dieser „Einbruch“ ist im wesentlichen auf die berufliche Belastung des Präsidenten zurückzuführen. Dementsprechend war das Haupttraktandum dieser Sitzung (praktische alle Mitglieder der Arbeitsgruppe waren anwesend) die Ankurbelung der Tätigkeit. Es wurden folgende Schwerpunkte für das nun kommende Geschäftsjahr festgelegt:

- Vergleich CH-Klassifikation mit der FAO-Klassifikation: Es werden Bodentypenvergleiche (Bodentypen/Soil Units) als lose Blätter periodisch an alle BGS-Mitglieder versendet.
- BGS-Plattform Bodenklassifikation und Nomenklatur: Es ist vorgesehen, periodisch die Bodenansprache und Bodenklassifikation an ausgewählten Bodenprofilen zu demonstrieren. Diese „Klassifikationstreffs“ sollen allen interessierten BGS-Mitglieder offen stehen. Die Häufigkeit und die genaue Organisation dieser Treffs ist noch nicht festgelegt.

Um den Erfahrungsaustausch in der Anwendung der CH-Klassifikation in Gang zu bringen und weiter entwickeln zu können, bitten wir bei dieser Gelegenheit alle BGS-Mitglieder, Erfahrungen, Kritik und vor allem Verbesserungsvorschläge an die folgende E-Mail-Adresse zu melden: [jiri.presler@babu.ch](mailto:jiri.presler@babu.ch). Die Vorschläge werden in der Arbeitsgruppe bearbeitet.

Zürich, 18. März 1999

Jiri Presler

## **Jahresbericht 1998 der Arbeitsgruppe Lysimeter der BGS**

Unsere jährliche Arbeitsgruppensitzung fand am 30. Oktober 1998 an der Abteilung Hydrologie des Geographischen Instituts der ETH Zürich statt. Unser Dank geht an unser Mitglied Herr Ueli Moser für die Organisation der Tagung. Er erklärte uns die aktuelle Situation an der Abteilung Hydrologie und die neuen wissenschaftlichen Ziele. Herr M. Rohmann hielt unserer Arbeitsgruppe einen interessanten Vortrag über die Ergebnisse der Verdunstungsuntersuchungen des Institutes.

Einige von der Arbeitsgruppe Lysimeter behandelte Themen:

### **Mitarbeit der AGr Lysimeter an der Jahrestagung der BGS vom 12. und 13. März 1998 an der ETH Zürich**

Am Nachmittag des 12. März organisierte das ITÖ zusammen mit der FA WSL eine Besichtigung der Lysimeteranlage in Birmensdorf. Am 13. März fand die Wissenschaftliche Tagung zum Thema "Stofftransport" statt. Darin eingeschlossen war ein Symposium der Arbeitsgruppe Lysimeter mit drei Vorträgen. An dieser Stelle möchte sich unsere Arbeitsgruppe bei Herrn Prof. Hans Sticher vom ITÖ und beim Vorstand der BGS für das Einbringen der Lysimeterthematik in das Thema Stofftransport recht herzlich bedanken.

### **Ergebnisse der Sickerwasseranalysen**

Um die Ergebnisse der 35 Sickerwasserproben aus Lysimetern zusammenzustellen, braucht die Arbeitsgruppe personelle Hilfe. Um einen Praktikanten anstellen zu können benötigt die Arbeitsgruppe ca. Fr. 3000.-. Betreuung, Arbeitsplatz und Arbeitsmittel könnten von der Arbeitsgruppe zur Verfügung gestellt werden.

### **Sitzung 1999**

Herr Jakob Nievergelt organisiert die Herbstsitzung vom 29. Oktober 1999. Sie wird an der FAT in Tänikon stattfinden. Wir werden dort Monolith-Lysimeter studieren können. Diese Lysimeter werden für Stofftransport-Untersuchungen verwendet.

Zürich, den 3.3.1999

Jakob Brändli



## **Arbeitsgruppe Bodenschutz und Werthaltung – Plattform Bodenschutz Jahresbericht 1998**

**Allgemeines:** Es war für mich immer wieder sehr beeindruckend, mit wieviel Eifer die Mitglieder mitgearbeitet haben.

### **Abgeschlossene Arbeiten:**

1. Mitbericht VBBo, Vorschlag von Richtwerten für die Beurteilung der Fruchtbarkeit aufgrund der physikalischen Gefährdung; wurde durch das BUWAL nicht berücksichtigt
2. Erstellen eines Konzepts zur Beschreibung der physikalischen Beeinträchtigung des Bodens. BGS Dokument 9; Hauptautorin: Silvia Tobias.
3. Aufgrund einer Zusammenarbeitsvereinbarung zwischen der BGS und dem VGL wurde eine Broschüre für die Umsetzung des Bodenschutzes auf Gemeindestufe erarbeitet.
4. Kritisches „Hinterfragen“ der AP 2002 bezüglich Bodenschutz.

### **Vorgesehene Arbeiten**

1. Beurteilungskriterien für die schonende, umweltverträgliche Nutzung des Bodens; dringender Handlungsbedarf in Bezug auf die Befahrbarkeit mit Bunkermaschinen.
2. Beurteilung des Bodenzustandes in Bezug auf physikalische Parameter.

Münchenbuchsee, 17.3.1999

Urs Vökt

## **Arbeitsgruppe Bodenerosion/Bodenkonservierung Jahresbericht 1998**

Seit der Durchführung der gemeinsamen Tagung mit der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft zum Thema "GIS in der Bodenerosionsforschung" im April 1997 in Basel ruht die Aktivität der Arbeitsgruppe weitgehend. Der Grund liegt darin, dass für verschiedene Mitglieder der Gruppe (inklusive Präsident) infolge beruflicher Veränderungen das Thema nicht mehr so zentral ist. Immerhin haben im Berichtsjahr einzelne Mitglieder an der Ausarbeitung des Konzeptes zum physikalischen Bodenschutz der Gruppe Bodenschutz mitgearbeitet.

Als bisheriger Leiter der AG bin ich weiterhin bereit, als Ansprech- und, falls möglich, auch als Auskunftsperson zu wirken. Aus Gründen meiner begrenzten diesbezüglichen Arbeitskapazität wäre die beste Lösung jedoch ein Wechsel in der Präsidentschaft. Leider hat sich bisher niemand bereit erklärt, die Leitung der AG zu übernehmen und so mit der Gruppe neue Arbeiten anzupacken.

Frick, 16. März 1999

Daniel Schaub

## Jahresbericht 1998/99 der Arbeitsgruppe Bodenkartierung

Das vergangene Jahr war geprägt von der BGS-Umfrage zu Bodenkarten und einer neu zu schaffenden Bodeninformationsstelle. Die 23-köpfige Arbeitsgruppe hat in verschiedenen Gremien (Plenum, Vorstand, Gruppe Bedarfsnachweis, FAL-Berichtsgruppe) diskutiert. Rund 20 Besprechungen haben insgesamt stattgefunden, nicht eingerechnet die Hausaufgaben von der Uebersetzung des Fragebogens bis zur Adressauswahl.

Ich möchte allen Mitgliedern ganz herzlich danken für die konstruktive Zusammenarbeit. Dank des grossen Engagements der Gruppe Bedarfsnachweis ging der Versand der Umfrage noch vor den Sommerferien über die Bühne. Für die Auswertung der rund 200 eingegangenen Antworten musste eine Fachperson gefunden werden, die unabhängig vom Kartierungsgeschäft ist. Die BGS sah vor, zusammen mit dem BUWAL einen Beitrag von Fr. 10'000.- für Auswertung und Bericht zu leisten. Lorenz Ramseier erhielt das Mandat; er hat seine Aufgabe effizient erfüllt und war immer sehr kooperativ. Die redaktionelle Ueberarbeitung des eigentlichen Berichtes wurde kürzlich abgeschlossen. Ein Extrakt von 2-3 Seiten (inklusive Grafiken) geht in die Vernehmlassung in der Gruppe und soll anschliessend an alle 700 Adressaten der Umfrage verschickt werden. Ein Kapitel „Ausblick“ ist ebenfalls in Vorbereitung und wird nach der Plenumsitzung von heute Morgen in die Vernehmlassung gegeben. Der Bericht wird im Sommer oder Herbst dieses Jahres als BGS-Dokument publiziert.

Die Umfrage ergab klare Prioritäten für die zukünftigen Aufgaben rund um die Bodenkartierung, angefangen bei einer Bodeninformationsstelle, die an erster Stelle die Verfügbarkeit von Bodenkarten und Bodendaten gewährleistet.

Der Bedarf an Schulung bzw. Weiterbildung im Bereich Bodenkartierung ist mit dem klaren Ergebnis der Umfrage ebenfalls ausgewiesen. Die Gruppe diskutiert heute über ihre weiteren Aktivitäten. Wo wollen sich die Mitglieder engagieren? Zusätzlich wichtige Themenkreise sind: Methodenentwicklung, Qualitätsstandards und Qualitätssicherung.

Eine Koordination zwischen unserer Gruppe und den Arbeitsgruppen „Strategie“ und „Bodenklassifikation“ muss sicher in diesem Jahr stattfinden, um allfällige Doppelspurigkeiten zu vermeiden.

Dem im letzten Sommer aus persönlichen Gründen zurückgetretenen Leiter der Arbeitsgruppe, Adalbert Pazeller, möchte ich für seinen grossen Einsatz herzlich danken.

Uffikon, den 18. März 1999

Marianne Knecht

**ARBEITSGRUPPE STRATEGIE - GROUPE DE RÉFLEXION****TÄTIGKEITSBERICHT 98/99**

Die Generalversammlung vom 12. März 1998 verabschiedete das Diskussionspapier **Die Zukunft der BGS**. Unsere Aktivitäten konzentrierten sich seither auf zwei Geschäfte:

- a) Ausarbeitung eines Vorschlages zur *Änderung der Statuten* im Hinblick auf die Eröffnung einer permanenten Geschäftsstelle. In diesem Zusammenhang diskutierten wir die organisatorische Unterstellung der Geschäftsstelle und ihren Finanzbedarf sowie eine mögliche Zusammenarbeit mit Institutionen, die ähnliche Interessen verfolgen wie die BGS.
- b) Zusammenstellen von Grundlagen zu einem *Lagebericht*. Die Universität Bern stellt hierzu für ein Jahr eine Assistentenstelle zur Verfügung. Zur Unterstützung wurde im Wintersemester 98/99 am Geographischen Institut der Universität Bern ein Kolloquium zum Thema *Dynamik und Perspektiven der Bodennutzung in der Schweiz* durchgeführt, das von Referenten aus der Land- und Forstwirtschaft, der Landesplanung sowie den Bereichen Natur- und Bodenschutz bestritten wurde. Erste Ergebnisse wurden mit einem Poster an der diesjährigen Wissenschaftlichen Tagung vorgestellt.

Peter Germann





## BULLETIN BGS - HINWEISE FÜR AUTOREN

### 1. Allgemeines, Schriftgrösse, Papier

Die Beiträge sind als **druckfertige Vorlagen** möglichst auf Disketten **und** als Hardcopy abzuliefern. Sie werden ab diesen Vorlagen reproduziert und dabei **von A4 auf A5 verkleinert**. Bei der Wahl der Schriftgrösse ist auf diesen Umstand Rücksicht zu nehmen: **in der Vorlage sollten Grossbuchstaben nur ausnahmsweise kleiner als 2,5 mm, nie aber kleiner als 1,5 mm sein** (siehe auch Punkt 3).

Für die Vorlagen ist **ausschliesslich weisses Papier** zu verwenden.

### 2. Umfang der Arbeit

Texte zu Referaten: Maximal 6 Seiten; in **begründeten** Ausnahmefällen maximal 8 Seiten.

Texte zu Postern: Maximal 4 Seiten.

Aus drucktechnischen Gründen ist eine **gerade Seitenzahl** erwünscht.

### 3. Satzspiegel, Schriftbild, Zeilenabstand

Satzspiegel, Seitenränder (Format A4): oben: 2 cm;  
 unten: 2 cm;  
 links und rechts: 2 cm.

Der innerhalb dieses Rahmens liegende Platz soll voll ausgenützt werden.

Zeilenabstand: 1.

Schrifttyp: Arial oder Helvetica 45 Light;

Schriftgrad. 12.

**Bitte Schrift nicht mit Raster unterlegen!**

### 4. Tabellen

- Kleinere Tabellen im Hochformat, grössere Tabellen im Querformat.
- Extrem grosse Tabellen ausnahmsweise auf 2 Seiten aufteilen; linke Hälfte: gerade Seitenzahl; rechte Hälfte: ungerade Seitenzahl.
- Schriftgrösse: Gleich wie im Text, siehe unter 1.
- Die Titel zu den Tabellen stehen **über** den Tabellen. Enthält der Text mehrere Tabellen, sind diese fortlaufend zu numerieren.

### 5. Abbildungen

Die Abbildungen (Figuren) sind in den Text zu integrieren.

Bei der Wahl von Schriftdicke und Schriftgrösse ist der Verkleinerung beim Druck Rechnung zu tragen. Schriftgrösse: Gleich wie im Text, siehe unter 1.

Die Titel zu den Abbildungen stehen **unter** den Abbildungen.

**Raster:** Bei Graphiken bitte möglichst **grobe**, unterschiedliche Raster verwenden. Zu feine Raster erscheinen im Druck häufig entweder schwarz oder weiss.

**Fotos:** Nur in Ausnahmefällen und nach Rücksprache mit dem Redaktor. Bitte im Text Platz für die Fotos aussparen; bei Hardcopies **Fotos nicht einkleben**.

## 6. Zusammenfassung

Bei deutschen Texten ist eine französische, bei französischen Texten eine deutsche Zusammenfassung erforderlich. Eine englische Zusammenfassung ist wünschenswert.

## 7. Literatur

Im Text: ... (AUTOR(EN), Jahrzahl) ...

Im Verzeichnis: alphabetisch aufführen

Beispiel:

SOLDATINI, G.F., RIFFALDI, R., and LEVI-MENZI, R., 1976: Pb Adsorption by soils. *Water, Air and Soil Pollution* 6, 111-118.

## 8. Gestaltung der ersten Seite

siehe Abbildung

**Titel der Arbeit (fett, Schriftgrad 14)**

AUTOR(EN)

Institut, Forschungsanstalt, Adresse

**1. Kapitel (fett, Schriftgrad 12)**

**1.1. Unterkapitel (fett, Schriftgrad 12)**

Textbeginn

Auf der ersten Seite, am unteren Seitenrand, muss für die Fussleiste, welche von der Redaktion eingefügt wird, 2 cm Platz frei bleiben.  
Bitte keine Linien anbringen.

