

BULLETIN

9

10 Jahre B G S
1975 - 1985

Jubiläumstagung vom 8. März 1985 in Bern

Referate und Texte zur Wander-Ausstellung
"Boden - bedrohte Lebensgrundlage"

Tätigkeitsberichte

BODENKUNDLICHE GESELLSCHAFT DER SCHWEIZ
SOCIETE SUISSE DE PEDOLOGIE

BULLETIN 9
1985

10 Jahre B G S
Jubiläumstagung in Bern
8. März 1985

Schriftleitung: H. Sticher, Zürich

Juris Druck, Zürich

**BODENKUNDLICHE GESELLSCHAFT DER SCHWEIZ
SOCIÉTÉ SUISSE DE PEDOLOGIE**

Adresse: Eidg. Forschungsanstalt für landwirtschaftlichen Pflanzenbau, 8046 Zürich-Reckenholz 01 57 88 00

Vorstand / Comité 1983 - 1985:

Präsident	/	Président:	Th. Mosimann, Basel
Vize-Präsident	/	Vice-Président:	P. Lüscher, Birmensdorf
Sekretär	/	Secrétaire:	L.-F. Bonnard, Zürich-Reckenholz
Kassier	/	Caissier:	A. Kaufmann, Zollikofen
Beisitzer	/	Assesseur:	J.A. Neyroud, Nyon-Changins

Vorsitzende der Arbeitsgruppen / Présidents des groupes de travail:

Klassifikation und Nomenklatur:	P. Lüscher, Birmensdorf
Körnung und Gefüge:	A. Siegenthaler, Liebefeld
Lysimeter:	J.P. Ryser, Nyon-Changins
Organische Substanz:	Ch. Gysi, Wädenswil
Bodenzoologie:	W. Matthey, Neuchâtel
Bodenschutz:	H. Bieri, Zürich
Ausbildung und Information:	H. Flühler, Zürich
Boden-Pflanze-Beziehungen:	J.J. Oertli, Zürich/Eschikon

BULLETIN BGS 9 (1985)

Inhalt

Vorträge der Jubiläumstagung in Bern

U. Nussbaumer: Der Schutz des Kulturlandes im Rahmen der Raumplanung	5
A. Siegenthaler, S.K. Gupta & H. Häni: Schwermetalle - Bedrohung für unsere Böden	10
Ch. Gysi: Nitrat in Boden, Pflanze und Trinkwasser	17
W. Matthey: Les animaux bioindicateurs des sols	19
Th. Mosimann: Erosion	21

**Boden - bedrohte Lebensgrundlage
Sol - bien vital menacé**

M. Müller: Wie ein Boden entsteht	32
W. Matthey: Organisation générale de la communauté vivante du sol	34
W. Matthey: La dégradation de la litière	35
M. Bieri & G. Cuendet: Die Bedeutung der Regenwürmer für den Boden und die Bodenbildung	36
J. Nievergelt, H.R. Walther, U. Zihlmann & Ch. Salm: Kulturlandverlust	38
J.-A. Neyroud: Le Potentiel de production du sol	40
Ch. Gysi: Bodenuntersuchung und Düngung	42
P. Perret: Bodenverdichtung	44
P. Lüscher: Wasserhaushalt des Bodens	46
J. Polomski und H. Flühler: Schadstoffbelastung des Bodens - Fluor	49
A. Siegenthaler, S.K. Gupta & H. Häni: Schadstoffe im Boden - Schwermetalle	51
Dr. R. Häberli: Nationales Forschungsprogramm "Boden"	53

Forschungspolitische Früherkennung (FER)
Détection avancée en politique de la recherche 55

Rapport d'activité / Jahresbericht 1984/85 74

Information über die IBG/ISS Exkursion 1986 75

Berichte der Arbeitsgruppen

Klassifikation und Nomenklatur 76
 Lysimeter 77
 Schutz des Bodens 78
 Boden-Pflanzen-Beziehungen 80
 Organische Substanz 83

E.W. Alther, membre d'honneur de la SSP 86

Felix E. Richard † 89

AUTORENVERZEICHNIS

Alther, E.W. 78, 86
 Bieri, M. 36
 Blum, H. 77
 Cuendet, G. 36
 Flühler, H. 49
 Gupta, S.K. 10, 51
 Gysi, Ch. 17, 42, 83
 Häberli, R. 53
 Häni, H. 10, 51
 Lüscher, P. 46, 75, 76
 Matthey, W. 19, 34, 35
 Mosimann, Th. 21
 Müller, M. 32
 Neyroud, J.A. 40, 74
 Nievergelt, J. 38
 Nussbaumer, U. 5
 Oertli, J.J. 80
 Perret, P. 44
 Polonski, J. 49
 Richard, F.E. † 89
 Salm, Ch. 38
 Siegenthaler, A. 10, 51
 Stauss, Th. 56
 Walther, H.R. 38
 Zihlmann, U. 38

DER SCHUTZ DES KULTURLANDES IM RAHMEN DER RAUMPLANUNG

U. Nussbaumer, Nationalrat, dipl. Ing.agr., ETH, Solothurn

Zusammenfassung des Vortrages anlässlich der Jahrestagung der bodenkundlichen Gesellschaft und der Vernissage ihrer Ausstellung an der Universität Bern vom 8. März 1985.

Rückblick

In den Nachkriegsjahren wusste man noch nichts von Raumplanung. Die Planung beschränkte sich auf die Siedlungsgebiete, die kaum abgegrenzt waren. Ausserhalb derselben schloss Niemandsland an, das immer nur dann der landwirtschaftlichen Nutzung überlassen wurde, wenn es kein anderes bodenveränderndes Bedürfnis abzudecken galt.

Auch die Anwendung des bäuerlichen Bodenrechtes war den Kantonen oder gar den Gemeinden anheimgestellt. Das Bodenrecht 1951 blieb bis heute ein Gesetz à prendre ou à laisser.

Der ungenügende Schutz, den das Bodenrecht von 1951 zu bieten vermochte, wurde schon in den fünfziger Jahren erkannt. Doch für die Revision des Bodenrechtes fehlte nach Ansicht der Juristen die Verfassungsgrundlage.

1969 kamen dann der Eigentumsartikel (Art. 22 ter) und der Raumplanungsartikel (Art. 22 quarter) in die Verfassung.

Die Verfechter der Bodenrechtsrevision wurden erneut auf später vertröstet, weil nach der Meinung des Bundesrates ein Raumplanungsgesetz als Grundlage für alle bodenrechtlichen Bestimmungen dem Bodenrecht vorzuziehen hatte.

Mit den dringlichen Massnahmen der Raumplanung, welche 1973 in Kraft traten, wurde erstmals wirksam zum Schutze des bäuerlichen Bodens einge-

griffen. Doch die Spekulation mit Bauernland und die Benützung des bäuerlichen Bodens als Kapitalanlage ging weiter.

Seit Beginn der sechziger Jahre setzte das grosse Auseinanderklaffen der Preise für Bauland und Landwirtschaftsland ein. Mehr und mehr lebten und wirtschafteten die Bauern in einem viel niedrigeren Wertsystem.

Durch die Ablehnung des ersten Raumplanungsgesetzes verzögerte sich die ersehnte eidgenössische Raumordnung.

Föderalistisches Raumplanungsgesetz (RPG)

Auf 1.1.1980 trat dann das heute geltende Raumplanungsgesetz in Kraft, welches sehr föderalistisch ausgestaltet ist und dem Bund nur bescheidene Kompetenzen lässt.

Die neue Raumordnung in den Kantonen mit 26 kantonalen Raumplanungsgesetzen soll eine Anpassung der Planung an das Bundesrecht bis zum 31. Dezember 1987 bringen. Diese Kantonalisierung bringt erneut Verzögerungen.

Die Auslegung der sehr offenen Gesetzesbestimmungen im RPG veranlassen einige Kantone zu Verzögerungstaktiken. Die altrechtlichen Planungsvorstellungen bezüglich Restflächendenken - die Urproduktion erhält nur jene Flächen, die nicht für eine gewinnträchtigere Lösung gebraucht werden - leben wieder auf.

Der Vollzug des RPG in den Kantonen

Am Beispiel des Kantons Solothurn wird die Raumplanungspraxis der letzten fünf Jahre dargestellt. Es sollen folgende Fragen beantwortet werden:

1. Frage:

Was ist unter einer ausgewogenen Besiedelung zu verstehen? (Art. 1 /RPG)

Antwort:

In einer kleinen Region der Schweiz sollte der Anteil der in der Urpro-

duktion Tätigen nicht unter 4% absinken. Dort, wo dies der Fall ist, kann nicht mehr von ausgewogener Besiedelung gesprochen werden. Entsprechend müsste die Bodenerhaltung Priorität vor jeder bodenverändernden Nutzung im ganzen landwirtschaftlich bewirtschafteten Gebiet Platz greifen.

2. Frage:

Wie steht es um die Erhaltung der ausreichenden Versorgungsbasis?

(Art. 1 / RPG)

Antwort:

Die im Rahmen der Richtplanung vorzunehmende Sicherung der für die Versorgung des Landes notwendigen landwirtschaftlichen Fruchtfolgeflächen und Vorrangflächen des Futterbaus sind zu schützen wie der Wald.

3. Frage:

Sind die Planungsgrundsätze gleichwertig? - Theorie und Wirklichkeit!

(Art. 3 / RPG)

Antwort:

Leider wird trotz RPG der gewinnbringenderen Nutzung vor allem auch aus Gründen der Wirtschaftsförderung und der schlechten Koordination derselben unter den Kantonen Vorrang eingeräumt.

4. Frage:

Der Ausgleich der Planungsvor- und nachteile (Art. 5 /RPG)

Antwort:

Der Ausgleich der Planungsvor- und nachteile wird von allen Kantonen ignoriert. Die Erhebung einer Gewinnsteuer ist kein Ersatz. Die Landwirtschaft muss eine Kulturlandverminderungsabgabe fordern.

5. Frage:

Mitspracherecht der Landwirtschaft bei den Richtplänen und in der Nutzungsplanung (Art. 4, 16, 33 / RPG)

Antwort:

Das Mitspracherecht der Landwirtschaft wurde im Rahmen der Richtplanung gewährt, blieb aber ohne Folgen. In der Nutzungsplanung können nur die

direktbetroffenen Eigentümer Einsprache erheben. Das allgemeine landwirtschaftliche Interesse wahrzunehmen, dazu ist ausser den Gemeindewesen niemand legitimiert.

6. Frage:

Landwirtschaftsgebiete und Zonen (Art. 3, 16 / RPG) und Bauernhofzonen (Art. 18 / RPG)

Antwort:

Im Kanton Solothurn liegt die Planungshoheit der Gebiete ausserhalb der genehmigten Bauzonen beim Kanton, innerhalb bei den Gemeinden. Zum Schutz der überbauten Hofliegenschaften werden kommunale Landwirtschaftszonen ausgeschieden, sogenannte Bauernhofzonen, die den gleichen Rechtsstatus erhalten wie die Landwirtschaftsgebiete.

7. Frage:

Gesetzliche Möglichkeiten zur Wahrung des landwirtschaftlichen Interesses wenn der Kanton auf einseitige Expansion auf Kosten der Urproduktion ausgeht?

Antwort:

Wenn die Kantone wertvolles Ackerland in Bau- und Industriezonen belassen (im Kanton Solothurn sind nach ersten Schätzungen 1500 ha Ackerland eingezont), muss gemäss Art. 37/RPG der Bundesrat eingreifen. Der heutige Schutz der Fruchtfolgeflächen und des wertvollen Wieslandes ist ungenügend. Der Bund soll seine Gesetzeskompetenzen voll ausnützen und entsprechend seine Verordnung zum RPG verschärfen.

Landw. Postulate für Raumplanung und Bodenrecht

Das Verhältnis zwischen RPG und neuem Bodenrecht ist voll zu klären. Die räumliche Abgrenzung zwischen Bauland und Bauernland ist eine Voraussetzung für ein wirksames Bodenrecht.

- Die Verlängerung der Frist zur Eingabe der Richtpläne nach dem 31.12.84 darf nicht dazu führen, das neue Bodenrecht zu verzögern.
- Im Rahmen des NFP Boden ist nach Möglichkeiten zur Bewältigung des quantitativen Bodenschutzes zu suchen. Insbesondere sind auch die Ursachen des ungeheuren Preisanstieges für den landw. Boden zu untersuchen.

- Zur Verhütung unnötiger Verluste an hochwertigem Landwirtschaftsland ist ein dringlicher Bundesbeschluss zu erlassen, der die Bewilligungspflicht für alle Käufe unerschlossenen und unüberbauten Landes vorsieht.
- Die Bekanntmachung der Kaufpreise wäre dringend nötig.
- Die öffentlichen Verkehrsnetze sind so auszugestalten, dass der umweltbelastende Verkehr eingedämmt wird.
- Der qualitative Schutz des fruchtbaren Bodens darf nicht mehr länger vernachlässigt werden.
- Zur Finanzierung der Abklärung der Ursachen der Kontaminierung sollen vermutete Verursacher beigezogen werden können.
- Wird für den Bau öffentlicher Anlagen aller Art Kulturland beansprucht, soll dafür eine Kulturlandverminderungsabgabe bezahlt werden müssen, die der Differenz des bisherigen und des neuen Verkehrswertes entspricht.
- Der Ertrag der Kulturlandverminderungsabgabe ist für den qualitativen und quantitativen Schutz des Bodens und zur Erforschung und Ausübung eines naturnahen Landbaues zu verwenden.
- Die Ergänzung oder Schaffung der Gesetzgebung zur Verwirklichung dieser Ziele ist unverzüglich an die Hand zu nehmen.

SCHWERMETALLE - BEDROHUNG FÜR UNSERE BÖDEN

von A. Siegenthaler, S.K. Gupta und H. Häni

Eidg. Forschungsanstalt für Agrikulturchemie und Umwelthygiene, Liebefeld - Bern (Direktor: Prof. Dr. J. von Ah)

1. Einleitung

Boden, als oberster, lockerer Teil der Erdkruste, ist durch Verwitterung, Humusbildung und Verlagerung umgestaltet worden. Er dient höheren Pflanzen als Standort und natürliches Nährsubstrat; die entsprechende Eignung wird durch die Höhe der Bodenfruchtbarkeit (Fähigkeit des Bodens, Frucht zu tragen, oder in seiner natürlichen Umgebung Pflanzenerträge hervorzubringen) (FINK, 1969) gekennzeichnet.

Als Schwermetalle bezeichnet man allgemein Elemente, deren Dichten über 5 liegen. Einige dieser Schwermetalle sind in kleinen Mengen für Lebewesen unerlässlich (essentiell Kupfer, Zink, Mangan, Molybdän, Eisen, usw.), d.h. sie wirken als Spurenelemente oder Mikronährstoffe. Es gibt Schwermetalle (z.B. Blei, Kadmium) denen nach dem heutigen Stand der Kenntnisse keine biologische Wirkung zuzuschreiben ist (nicht essentiell).

Bis ungefähr Ende der fünfziger Jahre befasste sich die landwirtschaftliche Forschung vorwiegend mit Mangelerscheinungen von Mikronährstoffen und deren Behebung. Heute hingegen sind vor allem Probleme des Metallüberschusses in den Vordergrund getreten.

2. Schwermetalle und deren Herkunft

Schwermetalle kommen im Boden natürlicherweise vor. Sie sind hauptsächlich an den Oberflächen organischer und anorganischer Bodenbestandteile gebunden oder sind Teil von Bodenmineralen. Nachfolgend sind für einige Schwermetalle häufig im Boden vorkommende Gehalte angegeben (KLOKE, 1980):

		(kg/Tonne mg/kg = ppm)
Blei	(Pb)	0.1 - 20
Kadmium	(Cd)	0.1 - 0.5
Kupfer	(Cu)	1 - 20
Nickel	(Ni)	2 - 50
Zink	(Zn)	10 - 50

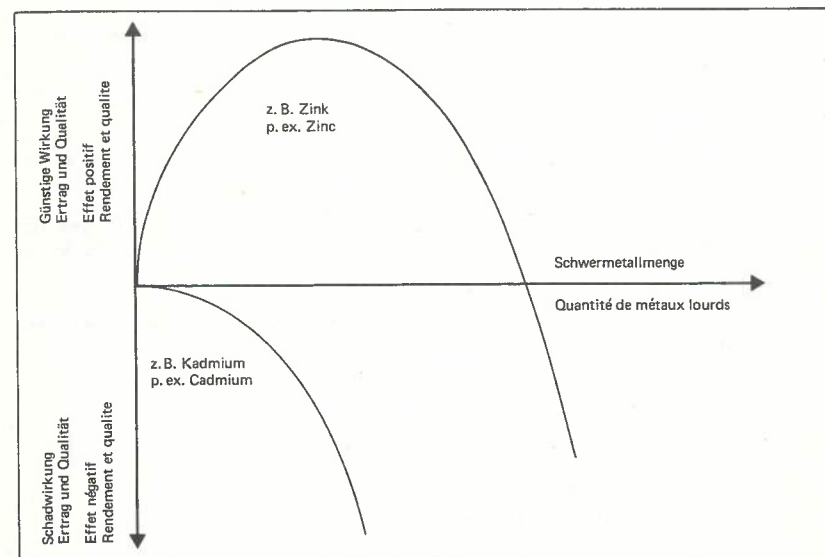


Abbildung 1: Beeinflussung von Ertrag und Qualität durch Schwermetalle (nach El N. Bassam, 1982, leicht verändert).

Figure 1: Influence des métaux lourds sur le rendement et la qualité (d'après El N. Bassam, 1982, légèrement modifié).

Daten aus eigenen Untersuchungen (HAENI et al., 1981) lassen annehmen, dass die Gehalte für Blei, Kadmium, Kupfer, Nickel und Zink in Schweizer Böden grösstenteils innerhalb des "Normalbereiches" liegen. Allerdings werden lokal als Folge von Belastungen aus verschiedenen Quellen Bodenwerte gemessen, die den tolerierbaren Gehalt um mehr als das Zweifache übersteigen (FAC unveröffentlichte Daten; FAC, FAW, RAC, 1980; FURRER et al., 1980).

Menschliche Tätigkeiten, wie Metallgewinnung und -verarbeitung, Kehrlichtverbrennung, Strassenverkehr, Verwendung von Abfalldüngern, lassen die "natürlichen" (geogenen) Gehalte im Boden ansteigen. Da Schwermetalle nicht abbaubar sind, reichern sie sich im Boden an, solange der Metalleintrag den Entzug durch die Pflanze und die Auswaschung übersteigt.

Als Beispiel werden nach FURRER et al., 1981, dem landwirtschaftlich genutzten Boden in der Schweiz pro Hektare jährlich rund 10 g Kadmium zugeführt: 4 g durch Niederschläge, 2 g durch Handelsdünger, 2 g durch Hofdünger sowie ca. 2 g durch Klärschlamm und Kompost. Im gleichen Zeitraum gehen durch Pflanzenentzug und Auswaschung nur etwa 2 g pro Hektare aus dem Boden weg. Die restlichen 8 Gramm (=0.0032 mg/kg) bleiben im Boden und reichern sich allmählich an.

Diese Zusammenstellung verdeutlicht, dass mehrere Quellen in Frage kommen und ein glaubwürdiges Konzept zur Verringerung des Schwermetalleintrages in Böden das Problem an der Quelle - nämlich bei der Produktion - erfassen muss.

3. Verhalten der Schwermetalle im Boden

Schwermetalle, die aus den erwähnten Quellen stammen, werden auf dem Boden abgelagert und können wie folgt im Boden gebunden werden (vgl. auch HODGSON):

- Adsorption an Oberflächen anorganischer und organischer Bodenkomponenten;
- Einschluss (Okklusion) während der Bildung neuer Festphasen, in welchen die Schwermetalle nicht Hauptbestandteil sind;
- Fällung unter Bildung einer neuen definierten Phase;
- Diffusion in das Kristallgitter von Bodenmineralen;
- Einschluss in biologische Systeme und ihre Rückstände im Boden.

Die tolerierbare Belastungsgrenze für ein Schwermetall im Boden wird erreicht oder überschritten, wenn alle Bindungsplätze mit höherer Affinität für dieses Metall in der festen Bodenphase abgesättigt sind. Wird dem gesättigten Boden mehr Metall zugeführt, erfolgt ein plötzlicher und steiler Anstieg der Metallkonzentration in der Bodenlösung. Da unterschiedliche Böden verschiedene Metallbindungskapazitäten aufweisen, sind die Metallsättigungsgrenzen auch von Boden zu Boden verschieden.

Da die Schwermetallaufnahme der Pflanze aus der Bodenlösung erfolgt, sind Versuche, diese Bodenlösung zu simulieren, von grösster Bedeutung: Abbildung 2 zeigt die Ergebnisse eines Kupferadsorptionsversuches (Ionenstärke 0.1 M NaNO_3) auf drei verschiedenen Böden mit unterschiedlicher Kationenaustauschkapazität (unterschiedlicher Humus- und Tongehalt) im sauren bzw. schwach sauren Bereich.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Kupferkonzentration ($2 \mu\text{g Cu}/2,5 \text{ ml}$ bzw. 1 g Boden) in gelöster Phase in drei verschiedenen Böden durch drei unterschiedliche Gesamtkupfergaben ($42, 52, 274 \mu\text{g Cu/g Boden}$) erreicht wird. Der Metallgehalt in der Bodenlösung ist eine Funktion von pH-Wert, Kationenaustauschkapazität (Ton-, Humus- und Oxidgehalt) und Gesamtmetallgehalt. GUPTA (1984) hat dies auch für andere Schwermetalle nachgewiesen.

4. Zusammenhang von Metallgehalt des Bodens und dem Verhalten der Pflanzen

Ein Anstieg der Metallkonzentration in der Bodenlösung hat eine Erhöhung des Metallgehaltes in der Pflanze zur Folge. Dabei spielt die Pflanzenart insofern eine besondere Rolle, als einkeimblättrige Pflanzen (Monokotyledonen, wie Raigras oder Mais) bei gleichem löslichem Bodengehalt

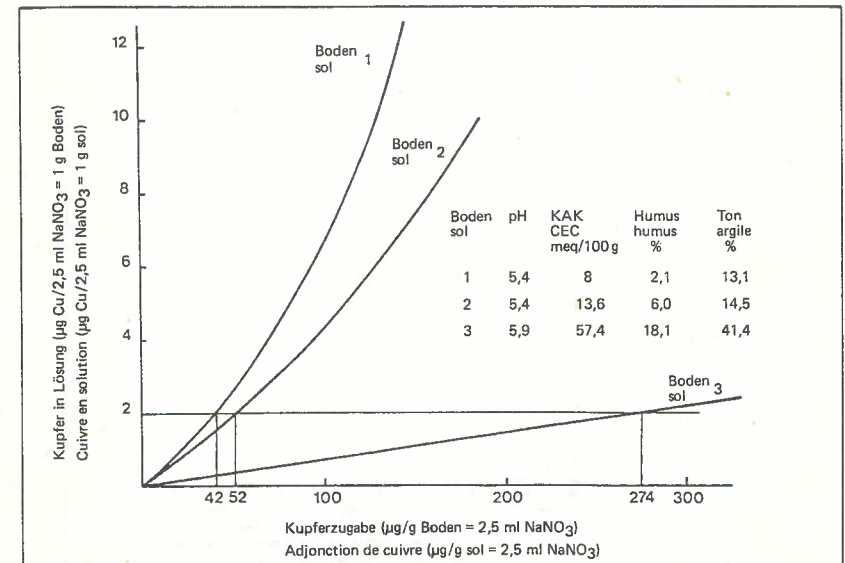


Abbildung 2: Einfluss der Bodeneigenschaften auf die Kupferkonzentration in der Bodenlösung bei steigenden Kupferzugaben.

Figure 2: Influence des propriétés des sols sur la concentration du cuivre dans la solution de sol lors d'adjonctions croissantes de cuivre.

in der Regel kleinere Schwermetallmengen aufnehmen als Zweikeimblättrige (Dikotyledonen, wie Rotklee, Spinat, Lattich oder Löwenzahn).

Erwartungsgemäss wird aus Böden mit guter Metallbildungskapazität eine geringere Schwermetallmenge aufgenommen als aus Böden mit schlechter Bindungskapazität. Ein Pflanzenversuch mit Lattich (*Lactuca saliva* L.) verdeutlicht dies (Abbildung 3). Während bei einem Boden mit geringer Austauschkapazität (Steinhof) bereits eine sehr kleine Zinkzugabe den Gehalt in der Pflanze über 200 ppm ansteigen lässt, kann der Boden mit höherer Kationenaustauschkapazität (La Châtagne) mit der dreieinhalbfachen Zinkmenge belastet werden, um den gleichen Zinkgehalt der Pflanze zu erreichen.

Elemente, wie Kupfer und Zink, wirken zuerst auf Pflanzen und erst nachher auf Warmblüter toxisch, d.h. die phytotoxische Schwelle dieser Elemente ist tiefer als die zootoxische. Beim Kadmium sind die Verhältnisse gerade umgekehrt, indem Schädwirkungen auf Mensch und Tier lange vor Schädwirkungen auf Pflanzen zu erwarten sind (phytotoxische Schwelle 8 ppm, zootoxische Schwelle 1 ppm, bezogen auf Trockensubstanz; DAVIS and CARLTON-SMITH, 1980). Eigene Versuche

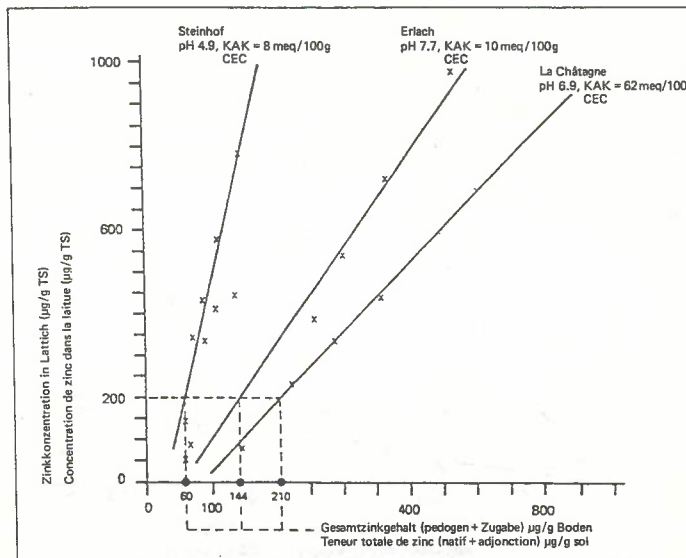


Abbildung 3: Einfluss von Bodeneigenschaften (pH-Wert, Kationenaustauschkapazität (KAK)) und Gesamtzinkgehalt des Bodens auf den Zinkgehalt von Lattich (*Lactuca saliva* L.).

Figure 3: Influence des propriétés du sol (pH, capacité d'échange cationique (CEC)) et du zinc total sur la teneur en zinc dans la laitue (*Lactuca saliva* L.).

zeigen bei einer Kadmiumzugabe zu einem sauren Boden, dass der Pflanzen-ertrag kaum eine Änderung erfährt, während der Gehalt in der Trocken-
substanz der Pflanzen (Radieschen-Laub) praktisch linear ansteigt und
den nach der Weltgesundheitsorganisation (WHO) erlaubte Gehalt für
pflanzliches Material sehr rasch übersteigt. Ein Grund für die grosse
Gefährlichkeit dieses Schwermetalles besteht also darin, dass die Pflan-
zenwurzel als Schutzbarriere nicht wirksam ist.

5. Schlussfolgerungen und Ausblick

Eine konstante Belastung von Böden mit Schwermetallen führt je nach Bo-
denbeschaffenheit früher oder später zu Schwermetallgehalten, wo die
Produktion gesunder Nahrungs- und Futtermittel nicht mehr möglich ist.
Im Gegensatz zu Luft und Wasser kann der Boden als letzte Senke für die
Schwermetalle nicht mehr gereinigt werden. Ihr Eintrag in den Boden ist
deshalb auf ein Minimum zu beschränken und darf den Austrag langfristig
nicht übersteigen. Folgende Massnahmen können helfen, dieses Ziel zu
erreichen:

- Weitgehende Elimination der Schwermetalle an der Quelle;
- Substitution von Schwermetallen in verschiedenen Produkten;

- Vermehrte Anstrengungen zur Luftreinhaltung.

Obschon das Schwermetallproblem ein langfristiges ist, gilt es, in naher
Zukunft die Wissenslücken der komplexen Vorgänge in Böden und den gesam-
ten Ökosystemen zu schliessen. Die nachfolgende Zusammenstellung der
Wissens- und Forschungslücken erhebt keinen Anspruch auf Vollständig-
keit:

- Untersuchungen der Verlagerungsprozesse der Schwermetalle im Boden und
deren Dynamik in unbelasteten und belasteten Böden.
- Wirkung der Schwermetalle auf Bodenlebewesen und deren Aktivität.
- Interaktionen der Schwermetalle unter sich (Antagonismen und Syner-
gismen).
- Interaktionen der Schwermetalle mit anderen Elementen.
- Flächenrepräsentative Untersuchungen über Gehalte unbelasteter und be-
lasteter Standorte.
- Quantifizierung der einzelnen Emittenten (Industrie, Verkehr, Kehr-
richtverbrennungsanlagen, Handels-, Abfall- und Hofdünger (u.a.) im Hinblick
auf landwirtschaftliche Kulturen.

Conclusions et perspectives

Un apport constant de métaux lourds dans les sols peut avoir, en fonction
des propriétés des sols, de graves conséquences sur la production des vé-
gétaux qui sont à la base de l'alimentation de l'homme et des animaux
(effet négatif sur la productivité et la qualité des végétaux). Contrai-
rement à l'air et aux eaux, un sol contaminé par les métaux lourds ne
peut plus être régénéré. Pour cette raison, leur apport dans les sols
doit être limité au minimum et ne doit pas dépasser leur exportation
De sérieuses mesures doivent être prises afin de résoudre le grave pro-
blème:

- élimination, dans la mesure du possible, des métaux lourds à la source;
- dans différents produits de fabrication les métaux lourds doivent être
remplacés par des substituts;
- des efforts accrus doivent être faits pour éviter la pollution de l'air
par les métaux lourds.

Bien que le problème créé par les métaux lourds soit à long terme, nous
devons, dans un futur immédiat, essayer de combler les lacunes scienti-
fiques concernant les processus complexes les plus importants qui se dé-
roulent dans les sols, tels par exemple:

- mobilité et dynamique des métaux lourds dans les sols surchargés et non
surchargés par ces éléments;
- leurs effets sur les microorganismes du sol et leurs fonctions biochi-
miques;
- interactions des métaux lourds entre eux (effet d'antagonisme ou de sy-

- nergisme);
- interactions des métaux lourds avec d'autres éléments;
 - établir, dans notre pays, une liste des différents types de sols contaminés et non contaminés par les métaux lourds;
 - quantifier chacune des sources émettrices de métaux lourds (industrie, trafic, usines d'incinération, engrais de commerce, de déchets et engrais de fermes, etc.) en tenant compte des cultures agricoles.

Literatur

- DAVIS, R.D. and CARLTON-SMITH, C.: Techn. Rep. TR 140, Stevenage Laboratory, Water Research Center, 44, 1980.
- FINCK, A.: Pflanzenernährung in Stichworten, 7-39, Kiel, 1969.
- FURRER, O.J.: Schadstoffe bedrohen die Landwirtschaft, Schweiz. Landw. Monatshefte, 35-52, 1984.
- GUPTA, S.K.: Importance of Soil Solution Composition in Deciding the Best Suitable Analytical Criteria for Guidelines on Maximum Tolerable Metal Load and in Assessing Bio-significance of Metals in Soil, Schweiz. Landw. Fo., 23, 3, 209-223, 1984.
- HAENI, H., GUPTA, S.K. und SIEGENTHALER, A.: Schwermetallgehalte einiger wenig belasteter typischer Böden der Schweiz, Landw. Forsch. SH. 38, 314-323, 1982.
- HODGSON, J.F.: Chemistry of the micronutrient elements in soils, Adv. in Agronomy 15, 119-159, 1983.
- KLOKE, A.: Richtwerte 80: Orientierungsdaten für Grenzgehalte einiger Elemente in Kulturböden, Mitt. VDLUFA, Heft 1-3, 9-11, 1980.
- Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung: Bericht über die Belastung der Böden mit Schadstoffen in der Schweiz, 1-114, Pilotprojekt, Dezember 1984.

Verdankungen:

Wir danken Herrn E. Stettler, BLW für die Anfertigung der Grafiken und Herrn A. Desaulles für die Durchsicht des Manuskriptes.

NITRAT IN BODEN, PFLANZE UND TRINKWASSER

von Christian Gysi

Eidg. Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau, 8820 Wädenswil

Nitrat in der menschlichen Nahrung stellt als Ausgangsprodukt für krebs-erzeugende Substanzen einen gesundheitlichen Risikofaktor dar. In der Beurteilung der Problematik besteht allerdings nach wie vor eine gewisse Unsicherheit durch verschiedene Toxikologen. Es erscheint aber ratsam, die Nitratbelastung des Menschen generell möglichst gering zu halten. Der häusliche Umgang mit Stickstoffdüngern ist auch aus ökologischen Überlegungen angezeigt. Die durchschnittlich durch den Menschen aufgenommene Nitratmenge stammt zu etwa 70 % aus dem Gemüse und zu etwa 20 % aus dem Trinkwasser. Für einige Gemüse und das Trinkwasser bestehen in der Schweiz gesetzlich festgelegte, höchstzulässige Gehalte, die stichprobenweise überwacht werden. Ziel der Landwirtschaft ist es, durch einen optimalen Einsatz der verschiedenen Kulturmassnahmen hohe Erträge mit guter Qualität - im speziellen mit geringen Nitratgehalten - zu erzeugen, wobei die Auswaschungsverluste an Nitrat ins Grundwasser möglichst gering gehalten werden sollen.

Stickstoffverbindungen sind in allen Ökosystemen und besonders auch auf landwirtschaftlich genutzten Standorten in grosser Vielfalt und in teilweise erheblichen Mengen vorhanden. Dem Nitrat im Bodenprofil kommt eine besondere Bedeutung zu, weil diese Stickstoffform - erstens - von der Pflanze direkt und bevorzugt aufgenommen wird - zweitens - bei Wasserüberschuss im Boden aus der durchwurzelten Bodenschicht ins Grundwasser ausgewaschen werden kann. Der Nitratgehalt im Boden wird nur zum Teil von der Menge organischer oder mineralischer Düngemittel bestimmt. Eine ganze Reihe anderer Faktoren wie Humusgehalt, Klima, Bodenart, Wurzelentwicklung, biologische Bodenaktivität, Bodenbearbeitung usw. können den Nitratgehalt des Bodens weit stärker beeinflussen als die Düngung allein. Viele dieser Faktoren wie zum Beispiel die Stickstoffnachlieferung durch die Tätigkeit der Mikroorganismen sind noch wenig bekannt und können durch den Produzenten nicht oder nur indirekt beeinflusst werden. Enorme Veränderungen des Nitratgehaltes im Bodenprofil können daher in Untersuchungen immer wieder gemessen werden. Eine Kontrolle des Nitratgehaltes, wie sie für eine gute Produktion und für geringe Auswertungsverluste gefordert werden müsste, ist heute aber noch nicht möglich.

Stickstoff in pflanzenverfügbarer Form als Ammonium oder Nitrat ist für die Entwicklung der Pflanze von ausschlaggebender Bedeutung. Ein genügendes Stickstoffangebot ist eine Voraussetzung für gute Erträge und eine schnelle Entwicklung der Pflanze. Bei gewissen Gemüsen sind aber hohe Erträge eng mit hohen Nitratgehalten korreliert. Zu einer übermässigen Anreicherung von Nitrat in der Pflanze kommt es aber vorwiegend bei ungünstigen Wachstumsbedingungen, insbesondere Lichtmangel während des Winters und allgemein tiefen Temperaturen. Unter diesen Bedingungen wird Nitrat zwar von der Wurzel aufgenommen, kann aber später nicht im normalen

Stoffwechsel zu Aminosäuren und Eiweissen weiter verarbeitet werden und reichert sich dann vor allem in der Vakuole irreversibel an. Durch eine saisongerechte Auswahl der verzehrten Gemüse kann der Konsument selber einen wesentlichen Beitrag zur Verminderung der eigenen Nitrataufnahme leisten.

Die Auswaschung des Nitrates aus dem Boden ins Grundwasser erfolgt vor allem während Bracheperioden im Herbst-Winter, aber auch während Teilbrachen zwischen der Ernte und Neuanpflanzung von Kulturen. Dabei stellen Nitratsmengen, die für die Landwirtschaft noch in der Unschärfe der Bestimmungsmethoden liegen, für die Wasserwirtschaft bereits erhebliche Probleme. Die intensive Landwirtschaft - besonders auch der Gemüsebau - und die Wasserwirtschaft stellen widersprüchliche Forderungen an die Nutzung der besten, meist stadtnahen Böden. Während die Landwirtschaft für gute Erträge auf ein bestimmtes Stickstoffangebot im Boden angewiesen ist, möchte die Wasserwirtschaft den Eintrag von Nitrat ins Grundwasser nach Möglichkeit verhindern. Dieser Interessenkonflikt kann nur bei gegenseitigem Verständnis und entsprechender Rücksichtnahme befriedigend gelöst werden.

Résumé

Le nitrat dans les légumes et dans l'eau potable représentent un risque pour la santé humaine, dont l'importance n'est pas contestée par les toxicologues. Il est recommandé de minimiser l'absorption des nitrates par l'homme. En Suisse il existe une réglementation sur les teneurs maximum admissible pour certains légumes et l'eau potable.

Le nitrate dans le sol est d'une part une source d'un élément nutritif indispensable pour la plante qui détermine largement le rendement et la qualité d'une culture. Les pertes en nitrate par l'essivage surtout pendant les périodes en friche constituent d'autre part un danger pour la qualité de l'eau de la nappe souterraine. L'intérêt de l'agriculture à maintenir un niveau de nitrate assez élevé pour la production végétale amène à un conflit avec les intérêts du service des eaux.

LES ANIMAUX BIOINDICATEURS DES SOLS

de W. Matthey

Institut de Zoologie, Université de Neuchâtel

Depuis longtemps, les hydrobiologistes spécialistes des eaux courantes utilisent les communautés animales vivant dans le lit des cours d'eau pour évaluer les caractéristiques des rivières et l'état de santé de l'eau. En effet, de nombreuses recherches ont montré que les communautés aquatiques sont très représentatives des critères physicochimiques qui caractérisent un cours d'eau et sont sensibles aux changements qui peuvent intervenir dans leur environnement. Des méthodes simples de diagnostic, basées sur l'observation de ces communautés et de quelques paramètres chimiques, ont été mises en application et sont utilisables par des techniciens bien formés.

En ce qui concerne le sol, la Zoologie a été longtemps considérée comme un domaine de recherche pure et sans applications pratiques. Toutefois, des travaux de plus en plus nombreux montrent que les communautés animales sont caractéristiques des sols où elles vivent au même titre qu'elles le sont dans les eaux courantes, et qu'elles réagissent également aux modifications intervenues dans leur milieu.

Il existe toutefois un certain nombre de difficultés à surmonter. La faune du sol, étudiée systématiquement depuis relativement peu de temps, est encore mal connue, les larves d'insectes en particulier. D'autre part, les Microarthropodes ne sont pas facilement identifiables. Enfin, le niveau d'identification des organismes que l'on veut considérer comme des bioindicateurs, et leurs réactions à divers types de modifications intervenues dans leur milieu ne sont pas encore clairement définis.

On a cependant montré qu'un certain nombre de taxons (= groupes zoologiques) peuvent montrer une grande sensibilité. Les Carabes, par exemple, qui ont été étudiés sur un transect forestier dans le Jura neuchâtelois, forment des groupements très caractéristiques des différents sols rencontrés. Les vers de terre, étudiés en Engadine, montrent que certaines espèces sont liées aux pratiques agricoles et permettent de reconnaître des sols qui, aujourd'hui abandonnés, furent cultivés dans le passé.

Des agressions contre les sols (pollution, tassement, etc.) peuvent être reconnues par l'intermédiaire de la faune du sol. Ainsi, on a montré que des fumées d'usines, chargées de gaz toxiques, affectaient les décomposeurs sur une distance de près de 6 km à partir du point d'immission (cas étudiés dans le Fricktal et en Lëventine). De nombreuses recherches se sont adressées à l'impact des pesticides sur les communautés édaphiques. On a également reconnu l'impact négatif de pompes à chaleur mal installées par l'intermédiaire des animaux du sol.

Enfin, dans des problèmes très actuels, comme l'emploi du purin de porc et des boues de stations d'épuration en agriculture, l'étude des communautés animales permet (dans une certaine mesure pour l'instant) d'évaluer les effets de ces traitements sur l'équilibre biologique des sols.

Ces recherches, qui se veulent résolument à retombées pratiques, apportent en même temps de nombreuses informations sur le fonctionnement des communautés édaphiques. Elles prennent une signification particulière au moment où l'on constate le dépérissement des forêts, phénomène qui pourrait bien être suivi, dans un avenir difficile à localiser, par une perte de fertilité des sols cultivés.

EROSION

Thomas Mosimann (Basel)

1. Was ist Erosion?

Erosion ist **Abtrag von Verwitterungsmaterial** (Boden- und Lockermaterial) **durch fliessendes Wasser**. Erosion versteht sich als Oberbegriff und schliesst vielformige Vorgänge ein (Flächenspülung, Rinnenerosion, Graben- und Talbildung). Ist dagegen von **"Bodenerosion"** die Rede, so verstehen darunter die meisten Fachleute in erster Linie den **Bodenabtrag auf Ackerflächen**. Der Begriff **"Bodenerosion"** ist also eng mit der ackerbaulichen Nutzung verknüpft und schliesst im Sprachgebrauch des Bodenkundlers und Praktikers auch den Bodenabtrag durch Wind (= Deflation) mit ein. Obwohl Bodenerosion grundsätzlich als natürlicher Prozess existiert (unter Naturbedingungen massenmässig allerdings von geringer Bedeutung), wird darunter vor allem **der durch menschliche Nutzung ausgelöste und beschleunigte Abtrag** verstanden.

In der Wildbachkunde und z.B. im Rahmen der Skipistenproblematik spricht man von **Erosion** (oder Rinnen-/Grabenerosion). Natürlich findet auch hier, wie auf Äckern, flächen- und linienhafter Abtrag von Bodenmaterial statt. Die Randbedingungen, Mechanismen und Formen sind jedoch zum Teil anders, die Abtragsvolumina im Vergleich zur Bodenerosion meist grösser, der Prozess verläuft rascher und die Erosion im Gebirge vergesellschaftet sich oft mit Massenbewegungen wie Translationsrutschungen, Sackungen, Erdfliessen und Kleinmurgängen.

Bodenerosion ist im 20. Jahrhundert zu einem **weltweiten Problem** geworden. Der durch forcierte landwirtschaftliche Nutzung ausgelöste Bodenabtrag hat in den Tropen und Subtropen und den kontinentalen Steppengebieten Nordamerikas und Asiens zu tiefgreifender und grosse Flächen erfassender Bodenzerstörung geführt. In Mitteleuropa findet glücklicherweise eine weniger **"dramatische"** Entwicklung statt. Dies verleitet allerdings dazu, die kurzfristigen und langfristigen Schäden durch Bodenerosion zu unterschätzen. **Bodenerosion** ist bei uns ein **schleichender Prozess**, dessen Spuren mit jeder Boden-

bearbeitung wieder verwischt werden und dessen Schäden (Humusverlust, Nährstoffverlust, Gewässerbelastung usw.) lange unsichtbar bleiben. Das Ausmass der Bodenerosion kann dabei je nach den natürlichen Standortsvoraussetzungen und der Nutzung (z.B. Maisanbau) sehr stark variieren. Auch auf Skipisten entscheiden Standortbedingungen, Anlage einer Planierung und Schutzmassnahmen in weitem Bereich über die Stärke der Erosionsschäden.

2. Der Bodenerosionsprozess

Beim Erosionsvorgang verlagert oberflächlich abfliessendes Niederschlags- oder Schmelzwasser feines und deshalb transportierfähiges Bodenmaterial (vorzugsweise Korngrössen unter etwa 0,05 - 0,08 mm) hangabwärts. Die auf diesen Vorgang einwirkenden Faktoren sind vielfältig. Sie lassen sich aber leicht in wenige Hauptgruppen gliedern:

Niederschlag Entscheidend ist die Häufigkeit, Intensität und jahreszeitliche Verteilung von Starkregen. Nur bei Starkregen fliesst viel Wasser oberflächlich ab. Tropfen mit hoher Aufprallenergie zerschlagen Bodenaggregate, wodurch die lose Feinsubstanz erst transportierbar wird.

Bodeneigenschaften Entscheidend sind Wasseraufnahmevermögen, Durchlässigkeit, Körnungszusammensetzung und Krümelstabilität, aber auch der Bodenfeuchtezustand und Austrocknungsgrad der Bodenoberfläche. Besonders leicht erodierbar sind siltreiche, schwer durchlässige Böden mit schlechtem Krumentzustand.

Bewuchs Erosionsgefährdet sind nur unbewachsene und unvollständig bewachsene Böden. Eine Vegetationsdecke schützt die Bodenoberfläche (kein Aufprall der Regentropfen, kein Verschlämmen, keine Austrocknung), fördert die Einsickerung, verhindert oder erschwert den Oberflächenabfluss und festigt mit

dem Wurzelwerk den Boden.

Neigung, Hanglänge und Lage im Relief

In Abhängigkeit von diesen Faktoren erhöht sich die Transportkraft des oberflächlich abfliessenden Wassers und die abfliessende Wassermenge nimmt zu (Hanglänge, Sammeleffekt in Mulden und Tiefenlinien). Erosion kann aber bereits bei etwa 1° Neigung einsetzen.

Nutzung

Einerseits bestimmt die Fruchtfolge den Bewuchszustand (siehe oben), andererseits kann die Bodenbearbeitung, die Anordnung der Felder usw. erosionsfördernd oder erosionsvermindernd sein (siehe Tab. 2).

Wegen der in vielen Teilen abweichenden naturräumlichen Gegebenheiten gilt auf **Skipistenplanien** eine etwas andere Gewichtung der Erosionsfaktoren. Wichtig sind hier in erster Linie **Hangnässe** (Vorhandensein von Wasseraustritten), die **Grösse des Hangeinzugsgebietes**, die **Gründigkeit der künstlich geschaffenen Schuttböden** (Mächtigkeit der Lockermaterialdecke über mehr oder weniger undurchlässigem Felsuntergrund), die **Planierungslänge**, die **Lage im Kleinrelief** und die abgelagerten Schneemengen.

3. Abtragsmengen in Mitteleuropa und Schäden durch Erosion

Die Abtragsmengen schwanken, in Abhängigkeit unterschiedlicher Standortsvoraussetzungen und Nutzungsarten, in sehr weiten Grenzen (siehe Tab. 1). Eine genaue Messung des Abtrags ist zudem ein methodisches Problem und die mit unterschiedlichen Arbeitstechniken (Messung auf Testparzellen, Messung mit einfachen Feldmessblechen, künstliche Beregnung, Berechnung von Abtragsvolumina) erfassten Abtragswerte können erheblich voneinander abweichen. Der grösste Teil einer Jahresmenge wird zudem in sehr kurzer Zeit während einzelner Starkniederschlagsereignisse oder einer Schneeschmelze über gefrorenem Boden abgetragen. Alles in allem ergibt jedoch das zur Verfügung stehende Zahlenmaterial ein eindeutiges Bild: Unter den in Mitteleuropa gegebenen Klimaverhältnissen erreicht der Bodenabtrag auf vielen

Region	Kultur/Bewuchs	Boden	Abtragsmengen in t/ha/Jahr oder einzelner Starkniederschlagsereignisse	Autor
Hallertau	Hopfen	Löss	50 - 200 (Berechnung nach Cu-Bilanz)	F.SCHMIDT 1981
Niederbayern	—	Parabraunerde Pararendzina	5 - 25 (Berechnung)	J.MAIER + U.SCHWERTMANN 1981
Kempten	Mais	Grundmoräne	bis > 50	U.SCHWERTMANN 1982
Tafeljura	ohne Bewuchs	tonig-lehmige Kalkbraunerden	1 - 44 (Testparzellen)	W.SEILER 1983
Möhlenerfeld	Mais Winterweizen ohne Bewuchs	Löss	< 1 - 120 (Testparzellen, achtjährige Messreihe)	R.G.SCHMIDT (nicht publiziert)
	ohne Bewuchs	tonig-lehmiges Feinmaterial	0,7 - 1,6 (Berechnungsversuche, Einzelereignisse)	R.G.SCHMIDT 1984
Napfgebiet	versch.	sandig-lehmige Braunerden	0,3 - 0,5 (Berechnungen auf der Basis von Schadenskartierungen)	J.ROHRER 1985
—	Mais Getreide Gras	—	8,5 - 16 1,3 - 3 0,3 - 0,5	J.BREBURDA 1983
Achenkirch	Skipistenplanie	Rendzina	~1 (Berechnungsversuch, Einzelereignisse)	J.KARL 1977
Graubünden und Wallis	Skipistenplanien	verschiedene künstlich geschaffene Schuttböden	bis 500 (Berechnungen)	TH.MOSIMANN

Tab. 1 Zusammenstellung von Bodenabtragsmengen bei verschiedenen Standorts- und Nutzungsbedingungen.

Böden, besonders bei einem Anbau von Mais, Hackfrüchten und Hopfen, ein **Ausmass, welches langfristig zu einer Zerstörung der Böden** führt und - wie uns gekappte Bodenprofile anschaulich zeigen - schon geführt hat. Die Bodenerosion auf Ackerflächen verursacht zudem auch kurzfristig wirtschaftlich messbare Schäden. Wegen der Nährstoffverluste und der möglichen Verschlechterung der Wasserhaushaltsverhältnisse lassen sich **Ertragsverluste** von z.B. 30 - 40 % ohne weiteres nachweisen (hängt von der Bodenzusammensetzung und Bodenmächtigkeit ab). Andere Folgen sind eine **generelle Bodenverschlechterung, eine Abnahme des Humusgehaltes, die Gewässerbelastung** und Verschlammung von Bächen und Flüssen sowie direkte Schäden durch einzelne Abtragsereignisse wie Verstopfung von Vorflutern und die Verschüttung von Kulturpflanzen im Akkumulationsbereich.

Auf den Skipisten ergibt sich natürlich eine etwas anderst gelagerte Schadensproblematik. Auf den planierten Flächen erschwert oder **verunmöglicht** die durch Zerstörung von Vegetations- und Humusdecke ausgelöste **Erosion eine Wiederbewachsung**, sofern letztere von den klimatischen Voraussetzungen her überhaupt möglich ist. Durch den Abtrag wird nämlich allenfalls noch vorhandenes Feinmaterial weggespült, so dass sich die für eine Regeneration ohnehin oft ungünstigen Bodenvoraussetzungen weiter verschlechtern. Sofern eine starke Runsen- und Grabenbildung einsetzt, "proviziert" diese zudem oft eine erneute Planierung, so dass die betreffende Fläche überhaupt nicht zur Ruhe kommt. Die Erosion auf Skipisten hat unter Umständen auch Wirkungen über die Pistenflächen hinaus. **Jeder Erosionsansatz ist ein neuer Erosionsherd, von dem aus die Rinnen und Gräben ins Nachbargebiet hinauswachsen können** und dort das Entstehen weiterer Erosionsformen begünstigen. Die Verspülung von feinem Gesteinsmaterial auf Weideflächen tritt dabei nur als "Nebeneffekt" auf. Eine Ausweitung der Erosion im Gebirge führt letztlich auch zu einer Erhöhung der Feststofffracht in den Wildbächen.

4. Bodenerosionsbekämpfung

Da die Bodenerosion langfristig die Bodenfruchtbarkeit schädigt und Erosionsschäden im Gebirge einen landschaftsökologischen Risikofaktor darstellen, sind Massnahmen notwendig. Die hier geschilderten Bodenerosionsprozesse

	erosionsfördernde natürliche Standortsvoraussetzungen	erosionsfördernde Nutzungen, Nutzungstechniken, Landschaftseingriffe usw.	erosionsvermindernde Massnahmen
auf Ackerflächen	häufige Starkniederschläge häufige Schneeschmelze über gefrorenem Boden lückenhafte oder fehlende Pflanzendecke siltreiche Böden Humusarmut (→ geringe Aggregatstabilität) niedrige Wasserdurchlässigkeit des Bodens instabiles Bodengefüge grosse Hangneigung Muldenlage	einseitige Fruchtfolgen mit erosionsanfälligen Kulturen (Mais, Hackfrüchte) Hopfenanbau Bodenbearbeitung in Gefällsrichtung Bodenbearbeitung mit schweren Maschinen (Verdichtung) Bodenbearbeitung bei Nässe (Verdichtung) grossflächige Feldeinheiten Folienkultur	Verzicht auf den Anbau erosionsfördernder Kulturen Anbau quer zum Hang (Konturnutzung) Terrassierung Verringerung der Hanglängen Streifeneinsatz (z.B. von Getreide) Grünlandstreifen in Hangrinnen Quergräben Zwischenerträge (angepasste Fruchtfolgen) Mulchen Stroh- und Gründüngung Humuserhaltung – Humusanreicherung Krumme in gutem Strukturzustand halten Felder möglichst wenig befahren Minimalbodenbearbeitung Gefügemelloration
auf planierten Skipisten	Hang- und Quellnässe Muldenlage groses Hangeinzugsgebiet geringmächtige Lockermaterialdecken niedrige Wasserdurchlässigkeit des Bodens (in den Alpen allerdings selten) feinmaterialreiche Böden	Grundsätzlich ist jede Planierung potentiell erosionsfördernd. Im Einzelfall entscheiden jedoch Grösse und Art und Weise der Anlage stark über die effektive Erosionsaktivität	verschiedene Massnahmen müssen kombiniert eingesetzt werden Beschränkung auf kleinflächige Eingriffe Begrünung mit anschließender langjähriger Pflege (nur unter guten Standortsvoraussetzungen und bis in Höhen von max. 2 200 - 2 300 m möglich) alle technischen Hangsicherungsmassnahmen

Tab. 2 Erosionsrisiken und Erosionsschutz.

laufen überwiegend nutzungsbedingt ab, der Mensch hat es also durchaus in der Hand, durch eine **Korrektur seiner Nutzungsweise und durch Schutzmassnahmen die Bodenerosion zu vermindern**. Wenn wirtschaftliche Sachzwänge die wirksamste Vorkehrung – nämlich den Verzicht auf den Anbau besonders erosionsfördernder Kulturen – stark erschweren, so muss man erst recht daran denken, geeignete Schutzmassnahmen zur Bodenerhaltung vorzukehren. Um die Zusammenhänge etwas deutlicher zu machen, präsentiert Tab. 2 eine übersichtsartige Aufzählung der natürlichen und nutzungsbedingten Risikofaktoren und möglicher Schutzmassnahmen. Die Wirkung der einzelnen Schutzvorkehrungen hängt natürlich stark von den lokalen Voraussetzungen ab. Ihre Bedeutung lässt sich aber daran erkennen, dass z.B. schon eine Bodenbearbeitung quer zum Hang anstelle der Bearbeitung in Gefällsrichtung den Abtrag auf die Hälfte senken kann.

Im Gebirge ist einmal ausgelöste Erosion schwierig und nur mit hohem technischem Aufwand zu bekämpfen. Schon bei geringer Erosionsgefährdung, die sich mit Hilfe von Bewertungsverfahren durchaus erfassen lässt, soll deshalb auf Eingriffe in die Vegetations- und Bodendecke verzichtet werden.

Résumé

Même dans l'Europe centrale l'érosion est si fort, sous de certaines conditions écologiques (à voir table 2) et de modes d'utilisation des terres arables, que à la longue terme la fertilité du sol est diminuée. Dans les écosystèmes montagneux très vulnérables, l'érosion sur les pistes de ski aplanis représente un facteur de risque écologique. Les facteurs qui influencent le procès de l'érosion sont assez multiples: fréquence et intensité des pluies, texture du sol, structure et perméabilité du sol, couvert végétale, inclinaison, longueur et position de la pente, succession des cultures, travail du sol et sur les pistes de ski surtout humidité de la pente et position de la pente, dimension de la région du drainage et épaisseur du sol. L'érosion varie très fortement (à voir table 1). Les dommages causés directement ou indirectement par l'érosion sont multiples: perte d'éléments fertilisants, perte de humus, diminution du rendement etc. Table 2 présente des mesures et techniques qui peuvent être utilisés dans la lutte contre l'érosion.

Literaturauswahl

- BECHER, H.H., H. STÜRMER & U. SCHWERTMANN: Ertragsbildung bei Mais auf erodierten Hängen. In: Z. f. Acker- und Pflanzenbau, 151(1982), S. 315-321
- BREBURDA, J.: Bodenerosion - Bodenerhaltung. Frankfurt a. M. 1983, 128 S.
- DIEZ, TH.: Praxisnahe Lösungsmöglichkeiten für die Einschränkung der Bodenerosion. In: Bodenerosion, = Arbeiten d. DLG Bd. 174, Frankfurt a. M. 1982, S. 17-36
- KARL, J.: Erosionsversuche auf zwei Schiabfahrten und im angrenzenden Wald bei Achenkirch, Tirol. In: Beitr. z. Umweltgestaltung, A 62, Berlin 1977, S. 65-69
- LESER, H. (Hrsg.): Bodenerosion als methodisch-geoökologisches Problem. = Geomethodica Bd. 8, Basel 1983, 217 S.
- MAIER, J. & U. SCHWERTMANN: Das Ausmass des Bodenabtrags in einer Lösslandschaft Niederbayerns. In: Bayer. Landw. Jb., 58(1981), S. 189-194
- MOSIMANN, TH.: Geoökologische Standortskindikatoren für die Erosionsanfälligkeit alpiner Hänge nach Geländeingriffen für Pistenanlagen. In: Geomethodica, 6(1981), S. 143-174
- MOSIMANN, TH.: Das Stabilitätspotential alpiner Geoökosysteme gegenüber Bodenstörungen durch Skipistenbau. In: Verh. Ges. f. Ökologie, 12(1984), S. 167-176
- ROHRER, J.: Quantitative Bestimmung der Bodenerosion unter Berücksichtigung des Zusammenhanges Erosion-Nährstoff-Abfluss im oberen Langete-Einzugsgebiet (Napfgebiet, südlich Huttwil). = Physiogeographica Bd. 6, Basel 1985, (im Druck)

- SCHMIDT, F.: Die Abschätzung des Bodenabtrags in Hopfengärten mit Hilfe der Kupferbilanz. In: Mitt. Dt. Bodenkundl. Ges., 30(1981), S. 271-278
- SCHMIDT, R.G.: Ergebnisse von Beregnungsversuchen auf Messparzellen. In: Mitt. Dt. Bodenkundl. Ges., 39(1984), S. 145-152
- SCHWERIFEGGER, G.: Winderosion auf leichten Böden und ihre Bekämpfung. In: Mitt. Dt. Bodenkundl. Ges., 30(1980), S. 411-420
- SCHWERTMANN, U.: Grundlagen und Problematik der Bodenerosion. In: Bodenerosion, = Arbeiten d. DLG Bd. 174, Frankfurt a. Main 1982, S. 9-16
- SEILER, W.: Bodenwasser- und Nährstoffhaushalt unter Einfluss der rezenten Bodenerosion am Beispiel zweier Einzugsgebiete im Basler Tafeljura bei Rothenfluh und Anwil. = Physiogeographica Bd. 5, Basel 1983, 510 S.

BODEN - SOL

bedrohte Lebensgrundlage? bien vital menacé?

Eine Ausstellung der
Bodenkundlichen Gesellschaft der Schweiz
Une exposition
de la Société Suisse de Pédologie

Wissenschaftler informieren über
Des scientifiques informent sur

- den Boden und seine Entstehung / le sol et sa formation
- Tiere im Boden / les animaux du sol
- Boden und Landwirtschaft / le sol dans l'agriculture
- Kulturlandverlust / la perte des terres cultivées
- Schadstoffe im Boden / les polluants dans le sol
- Bodenerosion / l'érosion du sol

Vorwort

"Stirbt der Boden?", "Kulturlandverluste - Alarmstimmung in bäuerlichen Kreisen" - immer häufiger erscheinen solche Schlagzeilen in der Presse. Sind nach dem Wald jetzt auch unsere Böden in Gefahr?

Die Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz (BGS) wendet sich aus Anlass ihres 10-jährigen Bestehens mit einer Wanderausstellung an die Öffentlichkeit. Fachleute aus verschiedenen Hochschulen und Forschungsanstalten orientieren auf 34 Postertafeln über den Boden und über Bodenprobleme.

Auf den folgenden Seiten erläutern die Autoren ihre Ausstellungsbeiträge und ergänzen sie durch zusätzliche Informationen.

Die BGS hofft, mit dieser Ausstellung das Verständnis für den Boden als Teil unserer Umwelt zu fördern.

Avant-propos

Sol - bien vital menacé? La Société Suisse de Pédologie (SSP) saisit l'occasion de son 10e anniversaire pour se pencher sur cette question.

L'exposition itinérante qu'elle présente sous ce titre traite du sol et de ses problèmes.

Les pages qui suivent doivent guider le visiteur à travers les sujets présentés et lui faire mieux comprendre, par les commentaires des auteurs, ce qu'est un sol, ses rôles dans la nature et dans les activités humaines.

La SSP espère ce faisant contribuer à une plus grande compréhension envers le sol, partie intégrante de notre environnement.

WIE EIN BODEN ENTSTEHT

von Moritz Müller

Eidg. Forschungsanstalt für landw. Pflanzenbau, Zürich-Reckenholz

Bei der Entstehung eines Bodens lassen sich verschiedene Prozesse unterscheiden, welche meist gleichzeitig nebeneinander ablaufen.

Gesteinszerfall (Physikalische Verwitterung). Durch Temperaturschwankungen und Frostwirkung werden vom Fels kleine Stücke abgesprengt. Dieser Vorgang verläuft umso schneller, je grösser die Temperaturschwankungen sind und je öfter das Wasser in den Rissen gefriert und auftaut. Auch die Pflanzen können einen Zerfall der Gesteine bewirken, wenn die Wurzeln in Spalten und Risse eindringen und das Gestein durch ihr Dickenwachstum auseinandersprennen.

Das lose Gestein wird durch Gletscher und Flüsse abtransportiert. Beim Abtransport werden die Steine weiter zerkleinert und abgerieben.

Chemische Verwitterung des Gesteins. Bei der chemischen Verwitterung werden die Minerale zerstört und in ihre Bausteine aufgelöst. Daraus werden wieder neue Minerale, vor allem Tone und Rost, gebildet. Die Tone können Wasser und Nährstoffe speichern. Der Rost gibt vielen Böden die typische braune Farbe.

Entstehung des Humus. Besonders in den oberen Bodenschichten sammeln sich dunkle, organische Stoffe an, der sogenannte Humus. Er entsteht durch chemische Zersetzung und Umwandlung von abgestorbenen Lebewesen. Dabei spielen die Bodenbakterien und Bodenpilze eine wichtige Rolle. Der Humus wirkt im Boden als Kittstoff. Er verklebt die mineralischen Bodenpartikel zu Krümeln.

Im Humus werden grosse Mengen an Wasser und Nährstoffen gespeichert, welche von den Pflanzen bei Bedarf aufgenommen werden können.

Verlagerung von Stoffen im Boden. Die Bodenbestandteile werden verlagert

- durch Mischung verschiedener Bodenschichten (z.B. beim Pflügen oder durch Bodentiere) oder
- als gelöste Teilchen im Bodenwasser. In unserem niederschlagsreichen Klima werden die Stoffe in tiefere Bodenschichten transportiert. Deshalb sind viele Böden in ihrem oberen Teil verarmt ("Auswaschungsschicht") und zeigen im unteren Teil eine "Anreicherungsschicht".

Der Boden ist ein Produkt der Umwelt. Wo sich die Umweltbedingungen ändern, ändert sich auch der Boden.

Die Entwicklung eines Bodens wird beeinflusst durch

- das Gestein, auf dem er entsteht.
Beispiel: Auf lockerem Material sind die Böden tiefgründiger als auf Fel

- das Klima.
Beispiel: In niederschlagsreichen Gebieten sind die Böden weiter entwickelt als in Trockengebieten.
- die Geländeform.
Beispiel: Auf Kuppen findet man häufig flachgründige, erodierte Böden.
- die Vegetation und die Bodenlebewesen.
Beispiel: Blätter von Laubbäumen werden viel schneller abgebaut als Tannen-, Fichten- oder Föhrennadeln.
- den Menschen.
Bewirtschaftung, Ablagerung von Schadstoffen, Zerstörung durch Ueberbauung.

Comment un sol se forme

On distingue dans la formation d'un sol divers processus qui se déroulent le plus souvent en parallèle et en même temps.

Fragmentation des roches (altération physique). Les roches sont fragmentées par l'action des variations de température et du gel. Les graviers qui en résultent sont transportés par les glaciers, les torrents et les rivières. Au cours de ce transport, les cailloux sont brisés et s'émoussent.

Altération chimique des roches. Les minéraux des roches sont décomposés et réduits en leurs éléments constitutifs. A partir de là, de nouveaux minéraux se forment, avant tout des argiles et de la rouille.

Formation de l'humus. De la matière organique sombre s'accumule dans les couches supérieures du sol: c'est l'humus. Il se forme par destruction et transformation des plantes et animaux morts par les microorganismes.

Déplacement des matières dans le sol. Des particules de sol peuvent être déplacées a) par mélange de différentes couches de sol (p.ex. lors des labours, ou par l'activité fouisseuse de certains animaux), b) sous forme dissoute dans l'eau du sol (sous notre climat pluvieux, les matières sont entraînées dans les couches profondes).

Le sol est un produit de son environnement. La formation d'un sol est influencée par:

- la roche à partir de laquelle il se forme,
- le climat,
- la situation topographique,
- la végétation et les organismes vivants,
- l'homme.

Traduction L.-F. Bonnard

ORGANISATION GÉNÉRALE DE LA COMMUNAUTÉ VIVANTE DU SOL

de W. Matthey

Institut de Zoologie, Université de Neuchâtel

Tout écosystème comprend une partie aérienne, formée par les plantes du pré ou les arbres de la forêt; et une partie souterraine, le sol, occupée par leurs racines. Les plantes non broutées et non exportées par la récolte retournent au sol à leur mort. S'ajoutant aux racines mortes, aux excréments et aux cadavres d'animaux, elles constituent pour une grande part la nourriture d'une pédofaune abondante et variée. Cette dernière, constituée avant tout d'invertébrés, forme avec les Bactéries et les Champignons, une biocénose dans laquelle chaque espèce, de par son régime alimentaire, sa taille et sa localisation, occupe une fonction précise.

On peut répartir les animaux du sol en quatre catégories principales :

1. Les PHYTOPHAGES mangent ou sucent les racines vivantes et peuvent devenir nuisibles s'ils prolifèrent dans les sols cultivés.
2. On regroupe sous le terme de DECOMPOSEURS les Phytosaprophages mangeurs de feuilles et de bois morts, les Coprophages amateurs d'excréments et les Nécrophages spécialisés dans le traitement des cadavres d'animaux. Le résultat de leur activité est double:
 - ils favorisent l'action humificatrice et minéralisatrice de la microflore en fragmentant les restes organiques.
 - ils ont une activité de brassage non négligeable en enfouissant ces restes dans la partie superficielle du sol, procédant ainsi à un "microlabour".
3. Les PREDATEURS sont armés de puissantes mandibules, de stylets ou de crochets venimeux qui leur permettent de maîtriser leurs proies, le plus souvent des décomposeurs. De nombreuses espèces voient leurs populations contrôlées par les prédateurs, qui s'opposent ainsi à des pullulations presque toujours néfastes (voir chiffre 1). Les Invertébrés PARASITES entrent dans cette catégorie.
4. Les MICROPHAGES enfin, grâce à leurs pièces buccales qui font office de brosses, recueillent à la surface des débris végétaux la fine couche vivante constituée par les microorganismes qui s'y développent. Par là, ils apportent également une contribution à l'équilibre biologique du sol.

En conclusion, il faut souligner que chacune de ces catégories fonctionnelles est nécessaire au déroulement harmonieux du cycle des éléments nutritifs des plantes, de même que chaque instrument de l'orchestre doit jouer sa partition dans l'exécution d'une symphonie.

LA DÉGRADATION DE LA LITIÈRE

de W. Matthey

Institut de Zoologie, Université de Neuchâtel

Dans une forêt de hêtres, ce sont chaque automne jusqu'à 4 t/ha de feuilles mortes qui tombent sur le sol et forment la litière. La dégradation de ce matériel est pour une bonne part l'oeuvre des animaux décomposeurs du sol. Le processus peut être relativement rapide dans une forêt humide du Plateau suisse et s'étaler sur plusieurs années dans nos hêtraies.

Comme le montre le poster, la pluie et la neige lessivent tout d'abord la litière et la tassent sur le sol. Puis les Bactéries et les Champignons, constituant la microflore, envahissent les feuilles mortes. Celles-ci sont alors découpées et mangées par des Macroarthropodes tels que les mille-pattes, les cloportes et les larves de Diptères, ainsi que par les Mollusques. La microflore est favorisée par cette fragmentation. D'une part, l'augmentation de surface qui en résulte lui permet de se multiplier considérablement. D'autre part, les modifications chimiques subies par la nourriture lors de son passage à travers le tube digestif des Macroarthropodes modifie la composition du peuplement en Bactéries.

De plus, mille-pattes et larves d'Insectes s'enfoncent dans le sol et déposent leurs crottes, constituées de débris végétaux grossiers, à plusieurs centimètres de profondeur. C'est là une source de nourriture pour les Acariens et les Collembolles qui lui feront subir une ou plusieurs nouvelles fragmentations. On estime qu'une feuille morte, mangée et remangée, à chaque fois pulvérisée plus finement, voit sa surface augmenter d'environ 50 fois. Et, en parallèle, sa composition chimique est de plus en plus modifiée.

Dans une première phase, l'action combinée des Invertébrés et de la microflore transforme la litière en humus. La seconde phase, plus lente, comporte sa minéralisation, c'est-à-dire sa transformation en eau, en gaz carbonique et en sels minéraux réutilisables par les plantes.

D'autres chaînes de décomposeurs, comparables à celle présentée sur ce poster, permettent l'intégration des excréments, du fumier, du bois mort, etc. dans le cycle des bioéléments utilisés par les plantes.

Die Bedeutung der Regenwürmer für den Boden und die Bodenbildung

M. Bieri * & G. Cuendet **

* Institut für Phytomedizin, ETH, 8092 Zürich

** Institut du Génie de l'Environnement, EPFL, 1015 Lausanne

In den niederschlagsreicheren Klimagebieten gehören die Regenwürmer rein leistungs- aber auch mengenmässig zu den wichtigsten bodenbildenden Tieren. Unter guten Bedingungen können bis gegen 5 Millionen Regenwürmer pro ha vorkommen, was etwa 2 t Lebendgewicht entspricht. Mit anderen Worten heisst das, dass das Gewicht der unter der Erdoberfläche lebenden Tiere ein Vielfaches der oberirdischen Tiere ausmacht. Noch imposanter sind die Grableistungen dieser Tiere. STÖCKLI (1928) hat die Menge der an der Bodenoberfläche abgesetzten Wurmlosungen auf 50 bis 80 t pro ha und Jahr geschätzt - in diesen Schätzungen sind die Kotmengen, welche diese Tiere im Bodeninneren absetzen nicht enthalten, womit die effektive Gesamtmenge etwa das Dreifache beträgt.

Vielen Leuten ist wahrscheinlich nicht bekannt, dass man bei uns gegen 30 verschiedene Regenwurmartentypen kennt, von denen 5 bis 6 als häufige Arten bezeichnet werden können. Entsprechend ihrer Umweltansprüche und Lebensweise treten sie an den einzelnen Standorten unterschiedlich häufig auf. An trockenen, sauren und extrem kalten Standorten hingegen findet man sie nur spärlich. Ihr Auftreten wird aber auch durch menschliche Eingriffe bestimmt. So finden wir z.B. in einem Ackerboden z.T. andere Regenwurmartentypen, als im daneben liegenden Obstgarten, wo der Boden nicht alljährlich bearbeitet wird.

Die einzelnen Arten unterscheiden sich nicht allein durch ihre äussere Erscheinung, sondern auch durch ihr Verhalten. Im wesentlichen kann man drei Typen unterscheiden. Zum ersten Typ gehören die Regenwürmer, welche hauptsächlich im rein organischen Oberboden leben. Der bekannteste Vertreter ist der "Mistwurm" (*Eisenia fetida*), der heute in riesigen Mengen in sog. Wurmfarmen auf organischen Abfällen gezüchtet wird. Zum zweiten Typ gehören die Arten, welche im unteren Wurzelraum leben und uns, wegen ihrer versteckten Lebensweise, praktisch nicht auffallen. Zum dritten Typ werden all die Arten gezählt, welche ihr Futter an der Erdoberfläche holen, deren Wohnröhren aber bis tief in den mineralischen Unterboden reichen, womit sie den Boden wasser- und luftdurchlässiger machen. Dies sind hauptsächlich die Tiere, welche für die grossen Bodenumsatzleistungen verantwortlich sind, aber auch für einen raschen und effizienten Abbau der Pflanzensubstanz sorgen, indem sie die moderne Streu in ihre Wohnröhren einziehen und beim fressen auch mit mineralischer Erde vermischen. Durch diese Tätigkeit entsteht Multhumus, welcher die stabilen und für den Ionenaustausch wichtigen Ton-Humus-Komplexe aufweist - d.h. die Regenwürmer sind die wichtigsten Humusbildner.

Obwohl bereits um 1850 DARWIN als erster begann, diese faszinierenden Tiere zu studieren, so kennen wir auch heute ihre genaue Bedeutung noch viel zu wenig, d.h. wie sie auf die Pflanzenernährung und damit auf die Vegetation, die Bodenbildung und die Bodenflora wirken, und welche Rolle sie in der gesamten Nahrungskette eines Ökosystems innehaben.

Les vers de terre: leur importance dans la formation du sol

M. Bieri * & G. Cuendet **

* Institut für Phytomedizin, ETH, 8092 Zürich

** Institut du Génie de l'Environnement, EPFL, 1015 Lausanne

Dans les régions climatiques à pluviosité intense, les vers de terre comptent parmi les animaux les plus importants, tant du point de vue de leur impact que de leur biomasse.

On compte, dans de bonnes conditions, jusqu'à 5 millions d'individus par hectare, ce qui correspond à une biomasse d'environ 2 tonnes. Il est donc évident que la masse d'organismes vivant au dessous de la surface du sol est nettement plus importante que celle au dessus de la surface. Leur capacité à mélanger la matière organique à la fraction minérale du sol est encore plus étonnante. En 1928, STÖCKLI estima la quantité de déjections des vers de terre à 50 - 80 tonnes par hectare et par an; son estimation ne comprenant pas les déjections déposées dans les galeries souterraines, il est fort probable que le chiffre réel soit le triple.

Peu de gens sont conscients qu'il existe chez nous environ 30 espèces dont 5 à 6 sont considérées comme communes. Leur abondance dépend du milieu et de leurs exigences écologiques. Elle est faible dans les milieux secs, acides et très froids. Leur abondance est également influencée par les activités de l'homme: la faune d'un champ cultivé est en partie différente de celle d'un verger voisin, pour ne prendre qu'un exemple.

Les différentes espèces n'ont pas seulement une morphologie caractéristique mais également un comportement spécifique. On peut grouper, de façon générale, les vers de terre en trois catégories. La première comprend ceux qui vivent principalement dans la couche organique supérieure. L'exemple le plus connu est le "vers de compost" (*Eisenia fetida*) que l'on élève industriellement avec des déchets organiques. Les vers formant la deuxième catégorie se caractérisent par leur mode de vie cachée: ils vivent en effet exclusivement entre les racines. Le troisième type recherche sa nourriture à la surface et l'entraîne dans les profondeurs du sol, permettant du même coup une meilleure alimentation en eau et une meilleure aération du sol. C'est à ce type de vers de terre que revient la plus grande part de la formation du sol. Leur effet est double: d'une part la décomposition des matières organiques est plus rapide, d'autre part, c'est à eux que l'on doit la formation du complexe argilo-humique. Leur importance dans la formation de l'humus de type mull ne doit donc pas être sous-estimée.

Bien que les vers de terre aient depuis 1850 fasciné des biologistes comme DARWIN, nous n'avons aujourd'hui encore pas suffisamment de connaissances sur leur rôle dans le sol: quel est par exemple, leur influence sur la nutrition des plantes et sur la microflore, leur rôle dans les chaînes trophiques.

KULTURLAND-VERLUST

von J. Nievergelt, H.R. Walther und U. Zihlmann

Edg. Forschungsanstalt für landw. Pflanzenbau, Zürich-Reckenholz

von Ch. Salm

Abt. Landwirtschaft, Finanzdepartement des Kantons Aargau

Rund ein Viertel (28%) der Fläche unseres Landes ist Kulturland (Aecker und Wiesen, Gemüse- und Obstkulturen, Rebberge). Den Rest nehmen Wald (25%), Alpweiden (21%) und unproduktives Gebiet (26%) ein. Nur etwa ein Zehntel der Landesfläche eignet sich als Ackerland (günstiges Klima, tiefgründige gut bearbeitbare Böden). Diese sogenannten Fruchtfolgeflächen sind in Krisenzeiten unsere Lebensgrundlage. Allein hier können Getreide, Kartoffeln und Gemüse in genügender Menge und Qualität produziert werden. Die Fruchtfolgeflächen konzentrieren sich im Mittelland, wo sie dem grössten Ueberbauungsdruck ausgesetzt sind.

1942 betrug die überbaute Fläche in der Schweiz ca. 100'000 Hektaren (= Fläche des Kt. Thurgau). Bis 1985 hat sich diese Fläche mehr als verdoppelt - auf 220'000 Hektaren. Dies entspricht 16% des Kulturlandes. Da rund vier Fünftel davon im Mittelland liegen, ging hauptsächlich wertvolles Ackerland verloren. Unsere Generation hat gleichviel Land verbraucht wie alle früheren Generationen zusammen! Heute beträgt der jährliche Verlust rund 3'000 Hektaren (1m² pro Sekunde), was der Fläche von rund 300 Bauernbetrieben entspricht.

Ueberbauung bedeutet endgültiger Verlust von fruchtbarem Boden: Was sich in Jahrtausenden gebildet hat, wird innerhalb kurzer Zeit zerstört. Bis jetzt konnten diese Verluste durch höhere Erträge wettgemacht werden (leistungsfähigere Neuzüchtungen, vermehrter Düngereinsatz, bessere Maschinen). Weitere Produktivitätssteigerungen sind jedoch kaum mehr möglich und aus ökologischer Sicht fragwürdig.

Die Erzeugnisse unserer Landwirtschaft decken nur 55 bis 60% des Kalorienbedarfs der Bevölkerung. Die heutige Ackerfläche von ca. 380'000 Hektaren genügt bei geschlossenen Grenzen nicht zur Selbstversorgung. Laut "Ernährungsplan 1980" wären dazu mindestens 450'000 Hektaren Ackerland nötig. Doch bereits heute weisen einzelne Kantone die ihnen vom Bund zugeteilte Fruchtfolgefläche nur noch auf, wenn auch für den Ackerbau weniger geeignete Gebiete miteinbezogen werden. Demgegenüber besteht in den rechtsgültigen Bauzonen noch eine unüberbaute Landreserve von rund 100'000 Hektaren, wovon ein grosser Teil als Fruchtfolgefläche geeignet wäre.

Soll unsere Versorgungsbasis für Zeiten gestörter Zufuhr gesichert werden, ist es dringend notwendig, die Fruchtfolgeflächen im Rahmen der Raumplanung zu schützen - ähnlich dem Schutz der Waldfläche durch das Forstgesetz. Obwohl das Raumplanungsgesetz seit 1.1.1980 in Kraft ist, geht der Kulturlandverlust unvermindert weiter. Wird es zu wenig streng angewendet oder ist es ungenügend?

Der sparsame Umgang mit dem Boden und die Erhaltung von genügend geeignetem Kulturland ist ebenso wichtig wie sauberes Wasser und gesunde Luft, und demzufolge eine Aufgabe, die uns alle angeht.

Pertes de terres cultivées

Un quart environ (28%) de la surface du pays est cultivé (champs, prés, cultures maraîchères, vergers et vignes). Mais seul un dixième à peu près de la surface du pays convient aux champs (climat favorable, sols profonds et faciles à travailler): ce sont les surfaces d'assolement, lesquelles se trouvent essentiellement dans le Moyen-Pays, là où la pression des constructions est la plus forte.

Les pertes annuelles se chiffrent à environ 3'000 hectares (1m² par seconde), dont 80% de bonnes terres à assolement. La perte totale s'élève jusqu'en 1985 à 220'000 hectares (= 2/3 de la surface du canton de Vaud). Depuis la fin de la deuxième guerre mondiale autant de terres ont disparu qu'en ont été détruites auparavant par toutes les générations antérieures.

Notre agriculture ne produit que les 55 à 60% des besoins en calories de la population. L'autoapprovisionnement nécessite au moins 450'000 hectares de surfaces assolées (aujourd'hui 380'000 hectares). Dès à présent, certains cantons ne peuvent réaliser les surfaces prescrites par la Confédération qu'en puisant, pour leurs terres ouvertes, dans des zones relativement peu favorables. Il est urgent de protéger les surfaces d'assolement dans le cadre de l'aménagement du territoire - comme le fait la loi forestière pour les zones boisées.

Ménager le sol et conserver assez de bonnes terres cultivables sont aussi importants que de veiller à la pureté de l'eau et de l'air; c'est une tâche qui nous concerne tous.

Traduction: L.F. Bonnard

LE POTENTIEL DE PRODUCTION DU SOL

de J.-A. Neyroud

Station fédérale de Recherches Agronomiques de Changins, Nyon

Il y a quelques centaines d'années, la grande majorité de la population suisse était active dans l'agriculture; aujourd'hui, 6 % de la population produisent environ les deux tiers de nos besoins alimentaires. L'attachement à la terre n'est cependant pas le seul fait des cultivateurs : nombreux sont ceux qui rêvent de posséder un petit coin de terre, ou un jardin. Cet attachement a des racines très anciennes, dont est issu notre actuel droit foncier. La bible, elle-même, contient un très grand nombre de prescriptions ou d'allusions à l'activité agraire, dont une des plus belles est peut-être : "La terre vous donnera ses fruits, vous mangerez à satiété, et vous y habiterez en sécurité" (Lévit 25.19).

L'amélioration constante des espèces et des techniques culturales permet d'obtenir des rendements impressionnants : un hectare de bonne terre produit 6 tonnes de blé, 8 à 12 tonnes de foin, ou 40 tonnes de pommes de terre. Cela n'est possible que grâce au niveau de connaissances et de compétence de nos agriculteurs.

Une récolte ne s'obtient pas sans peine : à un rendement élevé correspond aussi un investissement élevé en machines, en produits auxiliaires, ainsi qu'en capacité de gestion. La fertilité du sol est maintenue par des apports judicieux d'engrais et de matières organiques.

Avant de semer ou de planter, on prépare le sol par diverses opérations mécaniques de labour, de brassage et d'affinement qui ont pour but d'offrir aux plantes un milieu propice au développement des racines et à l'alimentation en eau et en éléments nutritifs.

Chaque intervention sur le sol est justifiée par les résultats des nombreux essais de la recherche agronomique : les besoins précis des plantes en fertilisants sont déterminés par des essais en pots, en cases lysimétriques ou en micro-parcelles. Des techniques nouvelles sont actuellement testées, comme l'opportunité de l'irrigation, ou le renoncement au labour.

Les plantes sont suivies durant leur croissance. Certaines d'entre-elles nécessitent des traitements qui ne doivent bien sûr pas altérer la qualité du sol et de son activité microbienne. C'est aussi en cours de croissance que s'applique la fumure azotée. Une telle opération peut s'avérer bénéfique pour la plante (rendements et qualités accrues), mais parfois préjudiciable à l'environnement (lessivage, eutrophisation) ou même la qualité des produits récoltés. Les perspectives offertes par les recherches en cours, ainsi que la conscience professionnelle du cultivateur permettent d'espérer que le progrès agronomique s'accomplira en respectant les équilibres naturels et la fertilité du sol à long terme.

Seit Urzeiten ist der Mensch an seinen Boden gebunden. Das beweisen schon ältere Schriften: "Das Land wird seine Frucht tragen, ihr könnt euch satt essen und dürft dort in Sicherheit wohnen." (Levit. 25,19). Er bewirtschaftet seine Erde, trägt zu ihr Sorge und erzielt recht hohe Erträge. Eine Hektare gibt ihm 6 Tonnen Weizen, 8-12 Tonnen Heu oder sogar 40 Tonnen Kartoffeln.

Eine hohe Ernte gibt es aber nicht ohne grosse Vorarbeit: der Boden wird zuerst mit mineralischen und organischen Düngern angereichert, dann wird er gepflügt und gelockert. Nur ein sorgfältig vorbereitetes Saatbett bietet den Pflanzen gute Durchwurzelungs- und Wachstumsmöglichkeiten.

Die Nährstoffbedürfnisse der Pflanzen werden durch exakte Versuche bestimmt. Die Bodenanalyse liefert Angaben über den Fruchtbarkeitszustand. Diese Resultate gestatten es, Düngerempfehlungen der Praxis weiterzugeben. Die Stickstoffdüngung nimmt eine besondere Stelle ein, weil noch keine unbestrittenen Düngerempfehlungen bestehen, und weil sie mit den anderen Anbaumassnahmen eng verbunden ist.

Der gute Landwirt schützt die Natur. Er strebt nicht nur optimale Erträge, sondern auch die langfristige Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit an.

BODENUNTERSUCHUNG UND DÜNGUNG

von Ch. Gysi

Eidg. Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau, Wädenswil

Für eine optimale Entwicklung der Pflanze sind alle Wachstumsfaktoren wie Boden, Klima, Standort, Sorte, Kulturmassnahmen, Wasser- und Nährstoffangebot aufeinander abzustimmen (integrierte Produktion). Nährstoffe müssen in ausreichender Menge vorhanden sein.

Die Bodenuntersuchung ist ein Hilfsmittel, um das Nährstoffangebot des Bodens an die Pflanze abzuschätzen. Eine der Kultur und dem Boden angepasste Düngung muss sich auf Ergebnisse der Bodenuntersuchung, den Nährstoffbedarf der Kultur und die Beobachtung und Erfahrung des Betriebsleiters abstützen. Dadurch können hohe Erträge mit guter Qualität, eine geringe Belastung der Umwelt und die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit auf lange Sicht erwartet werden.

Die Beurteilung der Analysenwerte einzelner Bodenproben beruht auf umfangreichen Felduntersuchungen über die Beziehungen zwischen der Nährstoffversorgung des Bodens und der Qualität der auf diesen Böden gewachsenen Früchte. Ziel dieser Felduntersuchungen ist es, für alle wichtigen Nährstoffe einen optimalen Gehaltsbereich zu definieren, der bei minimalem Nährstoffaufwand eine gute Ernte ermöglicht.

Resultat der Bodenuntersuchung ist eine Düngungsempfehlung, die als Grundlage für den Düngungsplan des Betriebes dient. Die periodische Wiederholung der Bodenuntersuchung zeigt langfristige Veränderungen des Nährstoffgehaltes an und führt zu entsprechenden Korrekturen der Düngung. Die Kenntnisse über die Bodeneigenschaften und Nährstoffgehalte sind eine Voraussetzung für die Erzeugung qualitativ hochwertiger Produkte. Durch den gezielten Einsatz der Düngemittel wird ein wichtiger Beitrag geleistet zur Erhaltung einer gesunden Umwelt.

Analyse de sol et fumure

Un développement optimal des plantes exige un équilibre de tous les facteurs de production comme le climat, le sol, les mesures culturales, le choix des espèces, le besoin en eau et en éléments nutritifs (production intégrée). L'analyse de sol est une prémisses pour une fumure dirigée et contrôlée. Le producteur cherche à obtenir un rendement et une qualité optimale avec un minimum d'engrais. Il conserve par une fumure adaptée au sol et à la culture un environnement sain et une fertilité du sol à long terme.

BODENVERDICHUNG

von P. Perret

Eidg. Forschungsanstalt, Wädenswil

Die meisten Pflanzen können sich nur in einem Boden mit genügendem Luftgehalt normal entwickeln. Durch die Bodenverdichtung wird hauptsächlich der Gasaustausch zwischen Boden und Atmosphäre unterbunden. Durch Wurzelatmung und durch die Aktivität von Bodenmikroorganismen wird im Boden Sauerstoff verbraucht und Kohlendioxyd produziert. Wird der Gasaustausch zwischen Atmosphäre und Erde behindert, kommt es zu Anreicherung von Kohlendioxyd und einer Verarmung an Sauerstoff.

Die zur Nährstoffaufnahme benötigte Energie beschaffen sich die Pflanzen durch Veratmung (Verbrennung) von Zucker; bei diesem Vorgang wird Sauerstoff verbraucht. Bei Sauerstoffmangel im Boden wird deshalb die Nährstoffaufnahme durch die Wurzeln behindert. Gleichzeitig geht bei Luftmangel im Boden pflanzenverfügbarer Stickstoff verloren, weil er durch nicht luftbedürftige Bakterien in atmosphärischen Stickstoff umgewandelt wird. (Denitrifikation).

Die Bodenverdichtung fördert ausserdem die Erosion, weil das Regenwasser nicht genügend schnell aufgenommen werden kann. Die Wasserspeicherfähigkeit wird durch die Verdichtung des Bodens ebenfalls herabgesetzt.

Im verdichteten Boden können ganze Bodenzonen oder auch nur kleine Bodenkompimente vollständig von der Sauerstoffzufuhr abgeschnitten sein. An solchen Stellen können sich Mikroorganismen entwickeln, welche ohne Sauerstoff leben können, sog. Anaerobier. Diese produzieren teilweise Gase (z.B. Äthylen), welche das Wurzelwachstum hemmen können. Durch das Bodenporensystem verbreiten sich diese Gase im Boden und können z.B. bei Reben die Gelbsucht auslösen.

Vor allem im Rebbau sind als Auswirkung der teilweise Jahrtausende alten Monokulturen viele Schäden an der Bodenstruktur entstanden. Seit der Einführung der Mechanisierung am Steilhang (mit Seilwinden) in den 30-er Jahren, besonders aber seit dem Einsatz von Herbiziden anfangs der 50-er Jahre sind viele Verdichtungsschäden aufgetreten. Neben der zu häufigen und zu feinen Bearbeitung des Bodens hat sich vor allem das Fehlen jeglicher Pflanzendecke negativ auf die Bodenstruktur ausgewirkt. Seit diese Probleme bekannt sind, hat man mit der Begrünung einen Weg gefunden, solche

Schäden nicht nur zu verhüten, sondern auch bestehende Verdichtungen aufzulockern. Zu diesem Zweck sät man tiefwurzelnde Pflanzen, wie z.B. den Oelrettich, ein.

Im Landbau sind es vor allem die immer grösser werdenden Zugmaschinen, die die Bodenverdichtung fördern. Auch hier versucht man, durch Verbesserung der Konstruktionsweise, z.B. auch der Reifen, solche Schäden möglichst zu verhüten.

Le tassement du sol

La plupart des plantes ne se développent que dans un sol suffisamment aéré. La respiration des racines et de divers microorganismes consomment l'oxygène dans le sol. Le tassement empêche l'échange de l'air entre le sol et l'atmosphère ce qui, à son tour, inhibe l'absorption des éléments nutritifs.

Le tassement du sol favorise en outre l'érosion, étant donné que l'eau des précipitations est mal absorbée.

Dans les sols tassés peuvent se former des zones entièrement exemptes d'oxygène, dans lesquelles se développent des microorganismes anaérobiques. Ceux-ci produisent en partie des gaz qui inhibent la croissance des racines, par exemple l'éthylène; ceci peut induire la chlorose.

Lors de la destruction de la structure du sol en viticulture au cours des années, d'abord par la mécanisation et ensuite surtout par l'emploi des herbicides, on a observé de nombreux cas de sols tassés. Depuis que l'on connaît ces problèmes on pratique l'enherbement des vignobles ce qui évite cette détérioration et ameublit des sols déjà tassés au moyen de plantes à racines pivotantes.

En agriculture le problème se pose surtout par les grosses machines à traction; on cherche à y remédier en améliorant leur construction.

WASSERHAUSHALT DES BODENS

Peter Lüscher, Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen, 8903 Birmensdorf

Der Wasser- bzw. der Lufthaushalt eines Bodens ist für das Pflanzenwachstum von entscheidender Bedeutung. Der zwischen den festen Bodenanteilen vorhandene Porenraum ist massgebend für das Wasser- sowie das komplementäre Luftspeichervermögen der einzelnen Bodenhorizonte. Ursachen für Wassergehaltsveränderungen im Wurzelraum sind Niederschlagsereignisse, der Wasserentzug durch die Verdunstung direkt ab Boden, vorwiegend aber durch Wasseraufnahme über das Wurzelsystem der Vegetation, sowie lotrechte und seitliche Sickerströmung im Boden.

Wassergehaltsveränderungen im Boden sind ökologisch interpretierbar. So nimmt beispielsweise, ausgehend von Sättigung (alle Poren mit Wasser gefüllt) bei kontinuierlicher Abnahme des Wassergehaltes, die Verwertbarkeit des Wassers durch die Pflanze ab. Die Pflanze muss in niederschlagsarmen Perioden immer mehr Energie aufwenden, um Wasser aus dem Boden aufzunehmen. Der sogenannte Wasserstress nimmt zu. Die Transpiration wird im allgemeinen kleiner, was meist auf eine Reduktion der organischen Produktion hinweist.

Wasser, das im Boden mit 0-0,08 bar gebunden ist, bleibt bei normaler Durchlässigkeit nur rund 3-4 Tage für die Pflanze verfügbar, weil es in dieser Zeit durch die Gravitationskraft wegdrainiert wird. Für die Pflanze leicht verfügbares Wasser ist im Boden zwischen 0,08-0,69 bar gebunden. Schwer verwertbares Wasser, Wasser, das nur mit erhöhtem Energieaufwand nutzbar ist, liegt im Bereich zwischen 0,69 bis 15 bar. Erfahrungsgemäss ist Wasser für die Vegetation nicht verwertbar, das mit mehr als 15 bar gebunden ist. Es handelt sich dabei um einen Grenzbereich, der je nach Pflanzenart und Umweltsituation erheblich schwanken kann.

In der folgenden Abbildung ist die zeitliche Veränderung der Wasserverfügbarkeit in einem Boden des Schweizerischen Mittellandes im Verlaufe eines Jahres dargestellt. Die angenommene durchschnittliche Jahresniederschlagsmenge beträgt rund 1000 mm oder 1000 Liter pro m².

Die jährliche Verdunstungsmenge (Evapotranspiration) direkt ab Boden, vorwiegend aber durch die Vegetationsdecke, beträgt rund 450-650 mm je nach dem Witterungsverlauf. Das bedeutet durchschnittlich 1,5 mm pro Tag, während der Vegetationsperiode mehr, im Winter weniger.

Das Wasserspeichervermögen des Bodens bei einer angenommenen mittleren Porengrössenverteilung eines natürlich gelagerten Waldbodens variiert zwischen rund 250-350 mm je nach Gründigkeit (Annahme in der Abbildung 210 cm).

Die Tiefensickerung, d.h. Wasser, das den Wurzelraum verlässt und beispielsweise für die Grundwasseranreicherung in Frage kommt (hauptsächlich im Winter bzw. Frühjahr), schwankt zwischen 50-250 mm je nach den Durchlässigkeitsverhältnissen im Untergrund und dem Witterungsverlauf.

Für die Beurteilung des Wasser- und Lufthaushaltes gibt die Farbe der einzelnen Bodenhorizonte recht gute Hinweise. Rostige Flecken weisen auf einen Wechsel zwischen nassen und trockenen Perioden hin. Durchlüftungsschwierigkeiten in einer Zone werden durch blaugraue Farbe angezeigt. Gleichmässig braune Farbtöne sind meist das Resultat von normalen Durchlüftungsverhältnissen.

Das Bodenprofil bietet gute Möglichkeiten den Standortsfaktor Boden in bezug auf Wasser- und Lufthaushalt zu beurteilen.

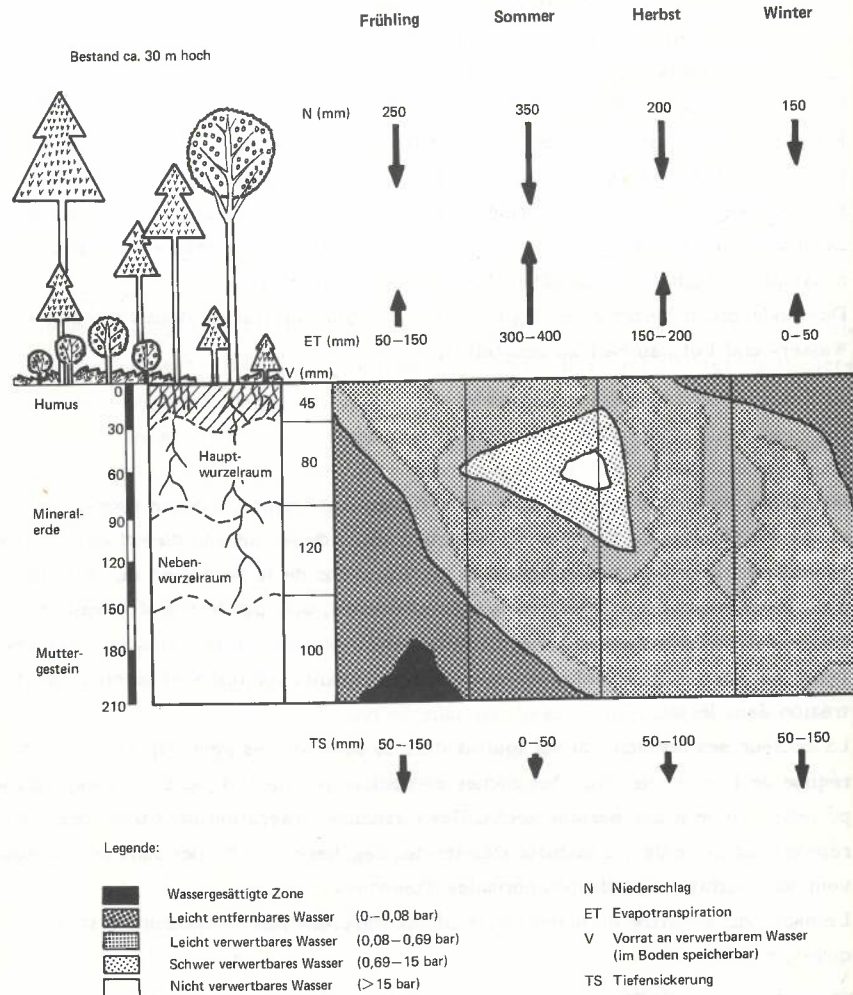
Résumé

Le régime de l'eau et de l'air d'un sol est d'une importance décisive pour la croissance des plantes. La capacité de rétention d'eau du sol dépend du volume des pores présents entre les parties solides. Les modifications de la teneur en eau d'un sol sont causées par les précipitations atmosphériques, puis par le retrait d'eau occasionné par l'évaporation soit directement du sol, soit par l'intermédiaire de la végétation (évapotranspiration), ainsi que par les courants verticaux et latéraux d'infiltration dans le sol.

La couleur des horizons du sol fournit de très bons indices pour l'appréciation du régime de l'eau et de l'air. Des taches de couleur rouille indiquent le passage d'une période humide à une période sèche. Des difficultés d'aération dans une zone sont révélées par la couleur gris-bleu. Des teintes régulièrement brunes sont le plus souvent le résultat de conditions normales d'aération.

Le profil du sol offre de bonnes possibilités d'appréhender le facteur de station qu'est le sol.

(Trad. R. Amiet, EAFV)



Zeitliche Veränderung der Wasserverwertbarkeit in einem Boden des schweizerischen Mittellandes im Verlauf eines Jahres.

SCHADSTOFFBELASTUNG DES BODENS - FLUOR

von J. Polonski und H. Flühler

Die Geschichte des Fluorproblems im Walliser Rhonetal liefert auf folgende Fragen einige unerwartet klare Antworten:

Sind immissionsbedingte Schäden an Pflanzen und Boden reversibel?

Wenn ja, wie schnell erholen sich Waldökosysteme?

Wurden die beobachteten Waldschäden durch Luftverunreinigungen verursacht?

Von 1913 bis heute wurden im Wallis zahlreiche, zum Teil sehr intensive Untersuchungen über behauptete Fluorschäden an Bäumen, landwirtschaftlichen Pflanzen und Böden durchgeführt. Diese Arbeiten lieferten Hinweise darauf, dass es sich bei den beobachteten Schäden im Nahbereich der Aluminiumhütten, d.h. im Umkreis von einigen Kilometern um Fluorschäden handelte.

Erst die etwa 10-fache Reduktion des Fluorausstoßes, die durch den Einbau von neuen und wirksameren Filteranlagen möglich wurde, brachte den eigentlichen Beweis, denn die Vegetation erholte sich innert Jahresfrist.

In den Föhrennadeln des Jahres 1984 beträgt der Fluorgehalt noch etwa einen Fünftel der im Jahre 1978 gemessenen Gehalte.

Die während rund 80 Jahren im Wurzelraum angereicherte Fluormenge wird sehr langsam ausgewaschen. Nur gerade an der Bodenoberfläche, im Humushorizont nahm der Fluorgehalt deutlich ab. Nach der Immissionsreduktion beträgt er nun etwa einen Drittel des Fluorgehaltes 1981.

In Perioden natürlicher Stresseinwirkungen, zum Beispiel in der Trockenperiode des Jahres 1983 konnte man an den neugebildeten Nadeln wieder die für Fluorschäden typischen Symptome beobachten und dies obschon die Fluoremissionen deutlich unterhalb der erlaubten Höchstgrenze lagen.

Der schädigende Einfluss von Luftverunreinigungen wird also durch natürliche Stressfaktoren erhöht. Luftverunreinigungen wirken sich auch indirekt aus, indem sie die Regulation des Nährstoffhaushaltes im Boden nachhaltig verändern. Erhöhte Fluorgehalte im Bodenwasser führen zu Auswaschungsverlusten an organischer Substanz. Sie behindern die für die Pflanzenernährungen unentbehrlichen Mikroorganismen wie Pilze und Bakterien.

La pollution du sol - le fluor

J. Polonski et H. Flühler

L'historique des problèmes dus au fluor dans la vallée du Rhône (Valais) donne des réponses d'une clarté inattendue aux questions suivantes:

Les dégâts aux plantes et au sol dus aux émissions sont-ils réversibles?
Si oui, à quelle allure les écosystèmes forestiers se rétablissent-ils?
Les dégâts observés dans les forêts sont-ils causés par la pollution atmosphérique?

Dès 1913 jusqu'à nos jours des études parfois très intensives concernant des dégâts aux arbres, aux cultures agricoles et aux sols attribués au fluor ont été menées en Valais. Ces travaux ont procuré des indices qu'il s'agissait bien de dégâts causés par le fluor aux alentours des usines d'aluminium, c'est à dire dans un rayon de quelques kilomètres.

Ce n'est que la réduction des émissions de fluor à un dixième grâce à de nouveaux filtres d'une efficacité accrue qui en a donné la preuve, car la végétation s'est rétablie dans le délai d'une année.

En 1984 la teneur en fluor des aiguilles de pin est réduite à un cinquième environ par rapport à 1978.

Le fluor accumulé pendant 80 ans dans la zone d'enracinement n'est lessivé que très lentement. Une nette diminution a eu lieu cependant à la surface du sol, à l'horizon humifère, où la teneur en fluor a baissé de deux tiers par rapport à 1981 après la réduction des émissions.

En périodes de stress naturel, par exemple pendant la sécheresse en 1983, les symptômes typiques de dégâts causés par le fluor ont été observés aux jeunes aiguilles bien que les émissions de fluor se soient situées nettement au-dessous des limites autorisées.

Il en suit que les influences nocives de polluants atmosphériques sont accrues par des facteurs de stress naturels. La pollution de l'air provoque également des effets indirectes en perturbant le régime des éléments nutritifs dans le sol. En effet, des teneurs accrues en fluor dans l'eau provoquent des pertes de lessivage de substances organiques. Elles empêchent les microorganismes indispensables à la nutrition des plantes tels que les champignons et les bactéries.

SCHADSTOFFE IM BODEN - SCHWERMETALLE

von A. Siegenthaler, S.K. Gupta und H. Häni

Eidg. Forschungsanstalt für Agrikulturchemie und Umwelthygiene,
Liebefeld-Bern

(Direktor: Prof. Dr. J. von Ah)

Da Schwermetalle nicht abgebaut und kaum ausgewaschen werden, kann im Boden bei hoher Zufuhr eine Anreicherung stattfinden. Bei der Bedrohung des Bodens durch Schadstoffe stehen Schwermetalle im Vordergrund.

Als Schwermetalle bezeichnet man Metalle, deren Dichten über 5 (g/cm³) liegen. Einige dieser Metalle sind in kleinen Mengen unerlässlich für Pflanze, Tier und Mensch, wie z.B. Kupfer (Cu), Zink (Zn), Mangan (Mn), Molybdän (Mo), Eisen (Fe) und andere. Sie wirken als Spurenelemente oder Mikronährstoffe. Daneben gibt es Schwermetalle, wie Blei (Pb), Kadmium (Cd), Nickel (Ni), Chrom (Cr), Quecksilber (Hg) und andere, denen nach dem heutigen Stand des Wissens überhaupt keine positive Wirkung zugeschrieben wird.

Die schädliche Wirkung der Schwermetalle im Boden ist eine Frage der Konzentration. Zink ist für alle höheren Pflanzen, Tier und Mensch lebensnotwendig (essentiell). Zuviel Zink (Anreicherung) im Boden ist aber unerwünscht, da es neben einer starken Störung des Pflanzenwachstums die Qualität der Produkte beeinträchtigen kann. Kadmium ist nicht lebensnotwendig (nicht essentiell) und wirkt auf Bodenmikroorganismen, Pflanze, Tier und Mensch toxisch (giftig).

Es gilt deshalb, die auf den Boden gelangenden Mengen essentieller Elemente auf ein tragbares Mass zu reduzieren und den Austrag nicht essentieller Stoffe zu verhindern. In der Schweiz sind bis heute nur wenige und eng begrenzte Flächen mit Schwermetallen angereichert.

Um zu gewährleisten, dass unsere Böden auch in Zukunft fruchtbar bleiben, ist es unabdingbar:

- eine drastische Reduktion des Verbrauches, insbesondere an Schwermetallen, herbeizuführen;
- die Wegwerfmentalität zu überwinden;
- problematische Schwermetalle, wo immer dies möglich ist, durch harmlose Stoffe zu ersetzen;
- schwermetallhaltige Abfälle nicht ins Abwasser oder in den Kehricht zu werfen - sondern einer Wiederverwertung (Recycling) zuzuführen;
- eine Reduktion der Schwermetalle aus den Niederschlägen durch konsequente Reinigung der Abgase der Autos, Heizungen, Industrie und Kehrichtverbrennung herbeizuführen.

BODEN - BEDEUTUNG DES SAUREGRADES (BODENVERSÄUERUNG)

In sauren Böden (niedriger pH-Wert) werden Schwermetalle löslich. Sie werden durch die Pflanzen aufgenommen und können toxisch wirken. Der Säuregrad (Azidität) eines Bodens wird als pH-Wert ausgedrückt. Für die meisten landwirtschaftlichen Kulturpflanzen sind pH-Werte zwischen 6 und 7.5 optimal. Gründe einer Bodenversauerung können sein:

- . saure Niederschläge (Schwefel-, Stick-, Kohlendioxide);
- . erhöhter Kalk (Basenauswaschung) durch sauer wirkende Düngung;
- . Nährstoffentzug durch die Pflanzen (Kalzium, Magnesium, Kalium).

Massnahmen:

- . Basenzufuhr (Kalzium, Magnesium), beispielsweise durch Kalkdüngung oder alkalisch wirkende Düngemittel;
- . Verminderung der sauren Niederschläge durch konsequente Rauch- und Abgasreinigung;
- . geregelte Fruchtfolge ohne Brachflächen.

NATIONALES FORSCHUNGSPROGRAMM "BODEN"

Dr. R. Häberli, Programmleiter

Das Nationale Forschungsprogramm "Nutzung des Bodens in der Schweiz" geht davon aus, dass die Nutzungsansprüche und die Belastungen des Bodens vielerorts das erträgliche Mass überschritten haben, während andernorts auf bisherige Nutzung verzichtet wird. Daraus leitet sich der Auftrag ab, Lösungsvorschläge für eine haushälterische Nutzung des Bodens auszuarbeiten. Der Bundesrat hat im Auftrag den Begriff "haushälterisch" mit den folgenden Zielen verdeutlicht:

- langfristige Erhaltung der Fruchtbarkeit des Bodens
- Verringerung des Verlustes an gewachsenem Boden
- bessere Verteilung der Bodennutzung

Die Ziele betreffen ausgesprochene Erhaltungs- und Verbesserungsaufgaben. Vor-erst ist festzustellen, welche Gefahren dem Boden und seiner Nutzung drohen, und wo Kenntnisse über Gegebenheiten und Zusammenhänge fehlen. Aus heutiger Sicht handelt es sich insbesondere um die Beeinträchtigung der physikalischen, chemischen und biologischen Bodenqualität, um die ungenügende und ungeeignete Bewirtschaftung, um übermässige und unzweckmässige bauliche Nutzung, sowie um Fehlentwicklungen bezüglich der Verwendung von Flächen.

Das Forschungsprogramm will sich aber nicht darauf beschränken, die aktuellen und zu erwartenden Verhältnisse zu beschreiben, sowie die Zusammenhänge zwischen einzelnen Faktoren zu erklären. Ziel des Programmes ist vielmehr, wissenschaftlich erarbeitete Handlungsempfehlungen vorzulegen. Solche können sowohl Vorschläge zur besseren Nutzung vorhandener Kompetenzen als auch grundsätzliche Feuerungen umfassen. Der Ausführungsplan umschreibt die hauptsächlichen Problem-bereiche und stellt die wichtigsten Forschungsfragen.

Das Forschungsprogramm soll 5 Jahre dauern. Es stehen 10 Millionen Franken zur Verfügung. Der Programmleiter, Dr. R. Häberli, Nationales Forschungsprogramm "Boden", Bundesrain 20, 3003 Bern, Tel. 031/61 40 84, erteilt gerne weitere Auskünfte. Es ist beabsichtigt, in einem "Bulletin" laufend über den Fortschritt des Programmes zu informieren. (Interessenten für das "Bulletin" wollen sich bei der Programmleitung melden).

PROGRAMME NATIONAL DE RECHERCHE "SOL" - DR. R. HÄBERLI, Directeur du programme

Le fondement du Programme national de recherche "Utilisation du sol en Suisse" réside dans une double constatation: alors que les sollicitations et les charges auxquelles est soumis le sol dépassent en maints endroits les limites du supportable, ailleurs en revanche, on a renoncé à toute utilisation. En l'espèce, le mandat consiste donc à élaborer des propositions en vue d'une utilisation mesurée du sol. Le Conseil fédéral associe dans le cas présent, cette notion aux objectifs suivants:

- la conservation à long terme de la fertilité des sols
- la diminution de la perte irréversible des sols
- l'optimalisation de l'affectation du sol

Lesdits objectifs concernent donc des tâches de préservation et d'amélioration. Il importe à cet égard en premier lieu de déterminer quels sont les dangers menaçant le sol et son utilisation et d'établir quelles sont les connaissances (faits, interdépendances) faisant défaut en la matière. Dans l'optique actuelle, il s'agit là en particulier de questions telles que l'altération des qualités physique, chimique et biologique du sol, son exploitation insuffisante ou inappropriée, son utilisation excessive et inadéquate à des fins de construction ainsi que les évolutions erronées quant à l'utilisation des surfaces.

Le Programme national n'entend cependant pas se limiter à une description des conditions actuelles, de l'évolution prévisible et des relations entre les différents facteurs en cause, son but consiste bien plus à élaborer des recommandations reposant sur une base scientifique, celles-ci pouvant porter tant sur des propositions visant une meilleure utilisation dans le cadre légal existant que sur des propositions d'innovations fondamentales.

Le plan d'exécution précise les domaines principales à traiter en ce contexte et établit toute une série de questions à étudier. Le Programme de recherche proprement dit, qui est doté de 10 millions de francs, durera 5 ans.

On trouvera des renseignements sur l'avance des travaux dans le Bulletin d'information du programme "Sol" (à retirer auprès de la direction du programme, qui reste à disposition pour d'autres renseignements. Adresse: Dr. R. Häberli, Programme national de recherche "Sol", Bundesrain 20, 3003 Berne, Tél. 031/61 40 84).

**BODENKUNDLICHE GESELLSCHAFT DER SCHWEIZ
SOCIETE SUISSE DE PEDOLOGIE**

**FORSCHUNGSPOLITISCHE FRÜHERKENNUNG (FER)
DETECTION AVANCEE EN POLITIQUE DE LA RECHERCHE (DAPR)**

**DISZIPLINBEZOGENE FER-INFORMATION
INFORMATION DAPR PAR DISCIPLINE SCIENTIFIQUE**

**BODENKUNDE
PEDOLOGIE**

**Im Auftrag der
Schweizerischen Naturforschenden
Gesellschaft**

Januar 1985

1. DER HEUTIGE STAND BODENKUNDLICHER FORSCHUNG

1.1. Der Begriff "Boden" und Forschungsgebiete der Bodenkunde

"Der Boden ist der schmale Grenzbereich der Erdoberfläche, in dem sich Lithospäre, Hydrosphäre, Atmosphäre und Biosphäre überlagern. Der Boden stellt das mit Wasser, Luft und Lebewesen durchsetzte, unter dem Einfluss der Umweltfaktoren entstandene und im Ablauf der Zeit sich weiterentwickelnde Umwandlungsprodukt mineralischer und organischer Substanzen dar, welches in der Lage ist, höheren Pflanzen als Standort zu dienen. Der Boden bildet damit die Grundlage für das Leben von Mensch und Tier". (11 : S.20).

Der Boden ist somit eines der komplexesten Teilsysteme unserer Umwelt. Er darf durchaus als "Lebewesen" betrachtet werden, das als Bestandteil eines natürlichen Wasser- und Stoffkreislaufes folgende fundamentale Funktionen erfüllt

- a) Natürliche Grundlage für Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Naturschutzgebiete
- b) Fläche für Siedlung, Verkehr und Erholung
- c) Baustofflieferant : Ton, Torf, usw.
- d) Filterwirkung : Feste und/oder gelöste Fremdstoffe werden im Porensystem des Bodengefüges und damit im natürlichen Kreislauf Bodenwasser - Wurzel - Pflanze zurückgehalten. Der Boden filtert Sickerwasser in der Regel zu sauberem, trinkbarem Grundwasser.
- e) Pufferwirkung : Widerstandsfähigkeit gegenüber Umwelteinflüssen, Abbau von vorübergehenden Fremdstoffemissionen, Regeneration der natürlichen Fruchtbarkeit des Bodens.

Innerhalb dieser genannten Bereiche betreibt die Bodenkunde (= Pedologie) sowohl Grundlagenforschung als auch angewandte Forschung. Sie ist die Wissenschaft, welche sich mit Eigenschaften, der Entstehung und den Funktionen des Bodens, seinen Beziehungen zur Umwelt, sowie seiner Nutzung und Erhaltung beschäftigt (15).

Der interdisziplinäre Charakter der Pedologie zeichnet sich durch ein weitreichendes Tätigkeitsspektrum und grosse Methodenvielfalt aus. Ein Grossteil der Befragten bezeichnete die Bodenkunde als synthetische Wissenschaft, durch die der Forschungsgegenstand "Boden" von vielen Spezialdisziplinen und aus verschiedensten Fachperspektiven heraus erforscht wird. Die Pedologie ist mehr als die Summe der daran beteiligten Fachbereiche, indem sie beispielsweise innerhalb der Standorts- und Umweltforschung einen hohen Stellenwert einnimmt,

deren Bedeutung und Forschungsansätze ausserhalb der land- und forstwirtschaftlichen Praxis sind aber oftmals nicht bekannt und werden somit unterschätzt.

1.2. Bodenkundeforschung in der Schweiz heute

Die Bodenkunde gewinnt heute zwar an Bedeutung, trotzdem besteht in der Schweiz immer noch ein grosser Nachholbedarf an pedologischen Erkenntnissen und Forschungen.

Eine wichtige Ursache dafür findet sich in den Lehrplänen schweizerischer Hochschulen, in denen das Fach Pedologie meist nur am Rande integriert und stundenmässig stark untervertreten ist. Dieses Lehrangebotdefizit betrifft hauptsächlich Universitäten, weniger die eidgenössischen technischen Hochschulen, wo Teilgebiete bodenkundlicher Forschung z.T. auf eine längere Tradition zurückblicken können. Entsprechende Forschungstätigkeiten waren meist zielgerichtet und zweckgebunden auf landwirtschaftliche (Düngungsversuche) und forstwirtschaftliche (bodenphysikalische Standortskunde) Produktionsbedürfnisse ausgerichtet. Dieser Sachverhalt führte zu einer Vernachlässigung pedologischer Forschung ausserhalb der genannten Bereiche. Heute bestehen grosse Forschungslücken bezüglich Prozessabläufe und bodenbiologischer Wechselwirkungen im Boden. Diese Lücken treten vor allem in der heutigen Zeit zunehmender Umweltbeeinträchtigungen unangenehm in Erscheinung. Insofern übernahm z.B. die Waldschadenproblematik eine "Katalysatorwirkung", durch welche der Boden vermehrt in geo-ökologische Forschungen einbezogen wird und werden muss! Für die damit verbundenen neuen Forschungsansätze fehlen häufig die erforderlichen Mittel.

Die Infrastruktur für angewandte Forschung an eidgenössischen Forschungsanstalten wurde von den Befragten als genügend bis gut bezeichnet. Dieser Umstand erfahre aber eine starke Einschränkung, weil die einzelnen Institutionen über die ganze Schweiz verteilt sind. Diese "Verzettelung" schweizerischer Forschungsstätten sei wegen der Vielfältigkeit unseres Naturraumes notwendig, andererseits habe dies zu Unterentwicklung und Doppelspurigkeiten innerhalb der Pedologie geführt. Oftmals wurde von einem Konglomerat schweizerischer Bodenkundeforschung gesprochen, die es den meist kleinen Forschergruppen bis heute nicht erlaubt habe, konsequente Grundlagenforschung zu betreiben.

Die bisher mangelnde Koordination der Forschungsaktivitäten kann teilweise auch auf das Fehlen einer "Schweizerischen pedologischen Kommission", resp. eines zentralen Publikationsorgans zurückgeführt werden. Wie gross aber das Bedürfnis nach vermehrtem Meinungsaustausch und Koordination ist, belegt die Gründung der "Bodenkundlichen Gesellschaft der Schweiz" (BGS) im Jahre 1975 sowie die Herausgabe des jährlich erscheinenden Bulletins. Darin werden Tätigkeitsberichte verschiedener Arbeitsgruppen sowie Aufsätze aus allen Teilbereichen der Bodenkunde publiziert. Anschliessend sei auf die Publikation "Dokumentation über Bodenprobleme" verwiesen (22). Sie enthält eine Zusammenstellung laufender oder beabsichtigter bodenkundlich orientierter Projekte in der Schweiz sowie weiteres für die FER wichtiges Informationsmaterial. Grundlage dieser Dokumentation waren ebenfalls Fragebögen und persönliche Besprechungen. Die Dokumentation diente u.a. als Basis für die Ausarbeitung des Antrags für ein Nationales Forschungsprogramm "Boden", welches inzwischen vom Bundesrat bewilligt wurde und im Februar 1985 vom Schweiz. Nationalfonds ausgeschrieben wurde.

2. SKIZZE ZUKUNFTIGER BODENKUNDLICHER FORSCHUNG

Infolge gesellschaftlicher, wirtschaftlicher und technischer Entwicklungen sind die Nutzungsansprüche an den Boden gestiegen und vielfältiger geworden. Eine Zunahme unerwünschter Nutzungskonflikte sowie Beeinträchtigungen der Bodenqualität war die Folge. Sachverhalte wie z.B. Bodenverdichtung, Boden-erosion, Kulturlandverluste durch Ueberbauung, einseitige Fruchtfolgen, Schadstoffeinwirkungen, etc. rücken langsam in das Bewusstsein von Öffentlichkeit und Massenmedien.

Vor diesem Hintergrund sind gemäss den meisten Befragten die zukünftigen Forschungs- und Arbeitsschwerpunkte hauptsächlich im Bereich Bodenschutz zu setzen. Bodenschutz beinhaltet zwei grundlegende Aspekte (9):

- a) Qualitativer Bodenschutz: langfristige Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und damit Sicherung der Nahrungsmittelproduktion, resp. unserer Waldflächen, sowie langfristige Erhaltung von ökologischen Ausgleichsfunktionen des Bodens (Puffer- und Filterwirkung).
- b) Quantitativer Bodenschutz: flächenhafte Sicherung geeigneter Böden für die Land- und Forstwirtschaft durch Bereitstellung bodenkundlicher Grundlagen, damit die qualitativen Bodeneigenschaften mengenmässig zum Tragen kommen.

Eindringlich wurde nicht nur auf die positiven ökologischen, sondern auch auf die positiven ökonomischen Auswirkungen des Bodenschutzes aufmerksam gemacht. Vorbeugende Massnahmen für die Gesunderhaltung unserer Naturressourcen seien schlussendlich billiger als die zukünftige Heilung verschmutzter und in ihrer Fruchtbarkeit beeinträchtigter Böden. Dazu müssten folgende Bereiche der Grundlagenforschung und der angewandten Forschung vorangetrieben werden:

2.1. Schwerpunkt: Prozessforschung

Bodenbildungsprozesse sowie daran beteiligte Faktoren und Regelgrössen haben eine zentrale Bedeutung innerhalb bodenkundlicher Forschung. Darin eingeschlossen sind Wasser- und Stoffumsatzprozesse. Diese Prozesse und Wechselwirkungen sind heute noch wenig erforscht und zum Teil völlig unverstanden. Der saure Niederschlag stellt in dieser Hinsicht ein typisches Beispiel dar: die Versauerung des Bodens steuert massgeblich die Verfügbarkeit und Bindung von Nähr- und Schadstoffen in den obersten Humusschichten. Für die ungedüngten Waldflächen ist dieser Umstand von existentieller Bedeutung, weil in Waldökosystemen die Humusschicht die "Düngefunktion" übernimmt. Bereits kleinere pH-Änderungen können zu Qualitätseinbussen der Humusform führen, so dass Organismenaktivität und somit Stoffumsatz gehemmt werden. Mangelnde Nährstoffversorgung bewirkt Ertragseinbussen und Baumschäden verschiedenster Art, die ihr volles Ausmass erst in 2 - 3 Generationen annehmen. Die möglichen ökologischen und ökonomischen Folgen dieses Beispiels unterstreichen den hohen Stellenwert der bodenkundlichen Prozessforschung für die Zukunft. Die bisher gemachten Ausführungen verdeutlichen die zentrale Rolle der Bodenorganismen für Fruchtbarkeit und Puffervermögen des Bodens. Innerhalb der Prozessforschung sei deshalb der Bodenbiologie vermehrt Beachtung zu schenken (24). In diesem Teilgebiet der Pedologie steht die Grundlagenforschung erst am Anfang!

Folgende Forschungsfragen gilt es abzuklären:

- Welche Beziehungen bestehen zwischen Bodenorganismen, Mikroorganismen und Bodenpilzen (mit spezieller Berücksichtigung des Wurzelraumes)?
- Wie und in welchem Masse sind Bodenlebewesen am Stoffumsatz sowie an Puffer- und Filterwirkung des Bodens beteiligt? Welche Bedeutung besitzen Wurzelsymbiosen?
- Welche Einflüsse und Auswirkungen haben Verdichtung, Schadstoffe etc. auf die Bodenflora und -fauna (Artenzusammensetzung, Populationsparameter)?

- Welche Bodenorganismen können in ihrer Tätigkeit so gefördert werden, dass die Bodenfruchtbarkeit verbessert wird?
- Inwiefern können Artenzusammensetzung und bestimmte Populationsparameter für den Belastungszustand eines Bodens herangezogen werden (Bodenindikatorforschung)?

Als Beispiel angewandter Forschung sei auf das nationale Bodenüberwachungsnetz (NABO) verwiesen, durch welches quantitative und qualitative Belastungen des Bodens mit Schadstoffen landesweit erfasst werden sollen. Darin eingeschlossen ist die Erarbeitung von Richtwerten für die Praxis (6).

Im Hinblick auf die zunehmenden Schadstoffeinträge über die Atmosphäre oder durch den Einsatz städtischer Abfälle und chemischer Hilfsstoffe in der Landwirtschaft (12,14,17,19), ist eine entsprechende Grundlagenforschung unentbehrlich, um eine standortsgerechte Bodenpflege für die Zukunft zu ermöglichen.

Gemäss den Befragten können für solche Hilfsstoffe Richtwerte erlassen werden, langfristig sei aber mit einer Akkumulation zu rechnen, welche Fruchtbarkeit und Selbstreinigungskraft des Bodens nachhaltig mindern. Dazu wurden folgende Forschungsfragen genannt:

Organische Fremdstoffe und ihre Metaboliten: Abbaubarkeit und Abbauraten, Beteiligung der Bodenorganismen an diesem Prozess.

Schwermetalle: Chemisches Verhalten im Boden, Verfügbarkeit für die Pflanze und Bodenorganismen (Nahrungskette), Bindungsvermögen des Bodens

Stofftransport-Mechanismen: Wohin und wie rasch werden (Schad-) Stoffe im Boden verlagert, welche Prozesse sind chemisch-physikalischer Natur, in welcher Weise beteiligen sich Bodenorganismen am Stofftransport.

Abschliessend sei noch einmal darauf hingewiesen, dass der Prozessforschung nicht nur wegen Bodenbelastungen eine wichtige Bedeutung zukommt. Ueberall dort, wo punkthafte Bodenuntersuchungen auf die Fläche übertragen werden, ist die Kenntnis von Regelmechanismen und Prozessabläufen notwendig.

2.2. Schwerpunkt: Modellforschung

Während die Prozessforschung darum bemüht ist, den Boden als komplexes System quantitativ und qualitativ zu erfassen, versucht die Modellforschung, wichtige Teilprozesse im Boden durch mathematisch formulierbare Modelle plausibler und überschaubar darzustellen. Mit Modellen stünde ein wissenschaftlich-methodisches Werkzeug zur Verfügung, mit welchem die vielschichtigen Prozessabläufe simuliert und die Auswirkungen einzelner Faktoren und Regelmechanis-

men auf das gesamte Oekosystem studiert werden könnte.

Der Nutzen solcher Modelle liegt darin, dass mit ihnen zukünftige Szenarien entwickelt werden könnten, die die Folgen zunehmender Umweltbeeinträchtigungen z.B. auf Bodenfruchtbarkeit, Bodenwasserhaushalt, etc. plausibel darzustellen in der Lage sind. Voraussetzung dafür ist einerseits die Bereitstellung entsprechender Grundlagen, andererseits der systematische Aufbau einer pedologischen Datenbank, evtl. innerhalb eines umfassenden "Landinformationssystems".

Die sich eröffnenden Perspektiven für die Bodenkunde, ebenso der verstärkte Einsatz der EDV, seien vielfältig (z.B. Computerkartographie) oder noch gar nicht bekannt. Wichtig in diesem Zusammenhang ist eine intensivere Zusammenarbeit mit Mathematikern und Informatikern.

2.3. Schwerpunkt : Forschung über die Auswirkungen der Bodenbewirtschaftung

Nach Meinung vieler Befragter seien Flächenerträge und das Produktionsniveau in der Schweiz genügend hoch. Zukünftig könne der bisherige Einsatz chemischer und technischer Hilfsmittel in der Landwirtschaft kaum sinnvoll übertroffen werden. Jene Denkweise, welche Produktionserfolg nur mit Flächenertrag gleichsetze, nicht aber mit der langfristigen Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit, sei an ihre Grenzen gestossen.

Aus diesem Grunde müsse sich die angewandte pedologische Forschung auch mit den Langzeitfolgen heutiger Bodenbewirtschaftungstechniken beschäftigen. Genannt wurden u.a. Gefügeveränderungen (Strukturstabilität) und Verdichtung durch den Einsatz schwerer Landbaumaschinen. Die Auswirkungen dieser Phänomene auf chemisch-physikalische Bodenprozesse und auf die Biomasse seien nicht ausreichend bekannt. Weiter seien die Einflüsse von Mechanisierungsgrad, Bewirtschaftungsintensität, Praxis der Spritzmittel- und Düngemittelausbringung, einseitiger Fruchtfolgen etc. auf die Bodenfruchtbarkeit abzuklären.

Entsprechende Feldversuche tragen schlussendlich dazu bei, bodenschonende Bewirtschaftungs- und Anbautechniken zu verbessern oder neu zu schaffen. Begleitend dazu ist die wissenschaftliche Fundierung empirisch fassbarer Grössen (z.B. "Fruchtbarkeit", "Strukturstabilität") durch die Grundlagenforschung notwendig.

Viele der Befragten waren jedoch der Ansicht, dass auch unter Berücksichtigung des Bodenschutzes die Erträge zukünftig gesteigert werden können, beispielsweise durch Optimierung der Wachstumsbedingungen. Demgegenüber steht die Forderung eines gesamtheitlichen Umdenkens bezüglich unserer Agrarökosysteme. Szenarien, welche

die Herabsetzung heutiger Bewirtschaftungsintensitäten und damit verbundener Ertragseinbussen (im Sinne der nachhaltigen Ertragssicherung) verlangen, seien keine Utopie.

Wichtig scheint die Schlussfolgerung, dass die Agrarpolitik die Fruchtbarkeit des Bodens auf lange Sicht vermehrt in ihre Überlegungen einbeziehen muss.

2.4. Schwerpunkt : Bodenerosionsforschung

Bodenerosion auf Agrarflächen wird hauptsächlich durch unangepasste einseitige Bodennutzungssysteme verursacht. Während Erosionsvorgängen werden die obersten wertvollsten Teile des Ackerbodens, humus- und nährstoffreiches Krümmenmaterial, durch oberflächlich abfließendes Niederschlagswasser abgeschwemmt und in die nächsten Fließgewässer gespült. Unmittelbare und mittelbare Auswirkungen der Bodenerosion sind Flachgründigkeit, Humus- und Nährstoffverarmung, vermindertes Wasser- und Filtervermögen, verminderte Ertragsfähigkeit und Ertragssicherheit, Verschüttung und Entwurzelung von Kulturpflanzen sowie die Eutrophierung unserer Seen und Gewässer durch an Tonminerale gebundene Phosphate.

Gewisse Zusammenhänge zwischen Naturraumausstattung, Bodennutzung, Bodenbearbeitung, Ausmass der Schäden sowie Niederschlagsparameter werden bereits untersucht, sollten aber zukünftig verstärkt und auf weitere Typlandschaften der Schweiz (z.B. auf Weinbaugebiete) ausgedehnt werden.

Entscheidend für den Praxisbezug ist die angewandte Forschung, welche prüft, inwieweit sich Erosionsschutzmassnahmen (angepasste Fruchtfolgen, Untersaaten, Bodenstrukturpflege etc.) in bestehende Betriebsformen integrieren lassen (13). Auch bei Flurbereinigungen müssten die Aspekte der Bodenabspülung besser berücksichtigt werden. Bodenerosionsschutz bewirkt gleichzeitig auch Gewässerschutz (2).

Im Bereich "gravitative Bodenerosion" interessiert sich die Forstwirtschaft vor allem für angewandte Forschung bezüglich Rutschungsentwässerung und Hangstabilisierung. Standortsansprüche entsprechender Baumarten für Vorbaumassnahmen sind zwar empirisch bekannt, wissenschaftlich aber kaum fundiert. Dies wäre aber eine wichtige Voraussetzung für erfolgreiche Aufforstungen in Extremlagen (z.B. für Lawinenschutz).

2.5. Schwerpunkt : Regenerationsfähigkeit von Böden

In der Schweiz sind bereits beträchtliche Flächen überbaut, zweckentfremdet oder anderweitig beeinträchtigt worden. Es stellt sich generell die Frage nach der "Reversibilität" menschlicher Eingriffe auf das System Boden :

- Wie gross ist das Beharrungsvermögen eines gestörten Bodens? Wie gross ist der Zeitbedarf für das Wiedereinpendeln in den ursprünglichen Zustand ?
- Unter welchen Bedingungen nimmt der Boden für menschliche Zeitbegriffe irreversiblen Schaden ?

Solche Fragestellungen könnten innerhalb der bereits erwähnten Prozessforschung durch experimentelle Felduntersuchungen behandelt werden. Ihr Wert für zukünftige Szenarien ist offensichtlich. Auch in Krisenzeiten gewinnen Resultate solcher Forschungsansätze grössere Bedeutung, indem beispielsweise zweckentfremdete Böden wieder in Ackerland überführt werden müssten.

Wichtig ist deshalb auch die Erarbeitung fachgerechter Rekultivierungsmassnahmen und entsprechender Richtlinien vor den Eingriffen. Solche Massnahmen betreffen beispielsweise Kiesgruben (11), Deponien und Skipisten (18).

Einige der Befragten machten darauf aufmerksam, dass positive Forschungsergebnisse bezüglich der Regenerationsfähigkeit von Böden nicht als Alibi für weitere Umweltbelastungen dienen dürfe. Diese Aussage bezieht sich teilweise auch auf die Möglichkeit einer zukünftigen Klärschlammausbringung im Walde, die vor allem von Vertretern der Landwirtschaft in Erwägung gezogen wird.

2.6. Schwerpunkt : Qualitativer und quantitativer Flächenschutz

Qualitativer und v.a. quantitativer Flächenschutz erfuhren bis vor kurzem nicht die erforderliche Abstützung durch die Gesetzgebung (10). Die Überbauung von Kulturlandflächen ist aber in der Regel ein irreversibler Prozess, der langfristig nicht durch Mechanisierung und Meliorationsmassnahmen wettgemacht werden kann (9). Eine Aufwertung des Bodenschutzes ist heute einerseits durch das Umweltschutzgesetz (5) und entsprechender Verordnungen (6,8) zu erwarten, andererseits durch den Ernährungsplan 80 des Bundes für Notzeiten (1), der sich auf das Raumplanungsgesetz (4) abstützt. Mit dem Konzept ausreichender Fruchtfolgeflächen (FFF) liegt nun ein rechtsverbindliches Instrumentarium für die Realisierung des Kulturlandschutzes vor (3).

Die Aufgabe der Bodenkunde liegt darin, Grundlagenmaterial bereitzustellen, welches die objektive Festlegung geeigneter Produktionsflächen für Land- und Forstwirtschaft ermöglicht. Ein dafür notwendiges Arbeitsinstrument ersten Ranges ist die Bodenkarte (16). Sie stellt die räumliche Verbreitung von Bodentypen, Bodeneigenschaften und Bodenwasserhaushalt flächenhaft dar. Der Karteninhalt erlaubt nicht nur die Ausscheidung bester Ackerböden; zusätzlich eröffnen Bodenkarten weitere

vielschichtige Anwendungsmöglichkeiten bezüglich Auswertekarten für Meliorationsmassnahmen (Entwässerungsbedürftigkeit), für die Raumplanung oder für den Umweltschutz generell (z.B. Verträglichkeit für Flüssigdünger). Wegen ihrer universellen Verwendbarkeit für die Praxis, sollte die Bodenkartierung in der Schweiz ausgeweitet und im Sinne einer Bestandsaufnahme systematisch und gezielt vorangetrieben werden.

Welche Bedeutung Boden- und Auswertekarten bei zukünftigen Planungen zukommen müsste, verdeutlicht die Nutzung ehemaliger Moorböden in der Schweiz, wo Meliorationsmassnahmen ohne die Berücksichtigung bodenkundlicher Grundlagen durchgeführt wurden (23). Die steigenden Erträge der letzten Jahrzehnte dürfen nicht über das Problem des Flächenschutzes hinwegtäuschen. Flächenenerträge sind das Ergebnis menschlicher Inwertsetzung durch entsprechende Hilfsmittel, Bodenfruchtbarkeit und Bodenfläche aber unveränderbare Naturkonstanten. Im Hinblick auf den Bodenschutz sei darauf hingewiesen, dass die Schutzbemühungen seitens der Bodenkunde nur dann wirksam werden, wenn gleichzeitig Juristen, Sozio-Ökonomen, Raumplaner und Humangeographen die gesellschaftlich-wirtschaftliche Seite des Problems plausibel darlegen. Nur so sei ein reibungsloser Vollzug entsprechender Massnahmen in der Praxis gewährleistet.

3. BEDEUTUNG DER SKIZZIERTEN ENTWICKLUNG

3.1. Für die gesamte Wissenschaft

Die Ausführungen in Kap. 2 unterstreichen den hohen Stellenwert der Bodenkunde in der Standorts- und Umweltforschung. Trotzdem sei die Bedeutung der Pedologie als selbständiger Fachbereich in anderen Wissenschaftsdisziplinen wenig bekannt.

Eine Aufwertung und Nutzbarmachung pedologischer Kenntnisse könnte beispielsweise durch interdisziplinäre Forschungsarbeiten gewährleistet werden. Nahezu alle Befragten betrachten diese Form der Zusammenarbeit als unabdingbar, um die zukünftigen Nutzungs- und Umweltprobleme effizient lösen zu können.

Gerade die Pedologie eigne sich wegen ihrer interdisziplinären Stellung für die Koordination solcher Projekte; sie sei aber auch fähig Wissenschaftler mit Spezialkenntnissen einzusetzen. Entscheidend für den Erfolg der Zusammenarbeit ist eine Schlusssynthese, welche die Erkenntnisse entsprechender Detailstudien zusammenfasst und vertwertbar macht.

3.2. Für die Schweiz als Staat

Die Forderung nach einer Aufwertung pedologischer Forschung in der Schweiz ist kein Luxus! Obwohl in anderen europäischen Ländern z.T. intensiv auf diesem Gebiet geforscht wird, müsse sich auch die Schweiz daran beteiligen.

- (1) Erkenntnisse ausländischer Forschungsarbeiten können nicht ohne weiteres auf schweizerische Verhältnisse übertragen werden. Es ist wichtig, dass die angewandte Forschung auf hiesige wirtschaftliche und naturräumliche Voraussetzungen abgestimmt ist.
- (2) Wissenschaftliches "Know-how" ist nur beschränkt in Büchern speicherbar. Es sei wichtig, dass die Schweiz in 10-20 Jahren über das erforderliche Potential an polyvalenten Bodenkundlern verfüge, welche entsprechende Kenntnisse für die Erhaltung unserer Umwelt nutzbar machen können. Andernfalls muss befürchtet werden, dass für zukünftige interdisziplinäre Projekte die notwendigen Bodenkundespezialisten fehlen. Bereits heute bestehen bei der Zusammenstellung entsprechender Forschergruppen personelle Engpässe.
- (3) Die nutzbare Bodenfläche der Schweiz ist begrenzt. Mit 500 Einwohnern pro km² nutzbarer Fläche ist der Bevölkerungsdruck ähnlich hoch wie z.B. im Ruhrgebiet (7). Die Sicherstellung qualitativer und quantitativer Bodeneigenschaften für zukünftige Generationen ist von höchster Bedeutung. Viele der Befragten glauben, dass bereits die heutigen FFF nicht mehr ausreichen, um die Schweiz in Notzeiten mit einer ausreichenden Nahrungsmittelmenge zu versorgen. Umsomehr seien die bestehenden gesetzlichen Grundlagen für den Schutz des Bodens strikter anzuwenden.

3.3. Für die schweizerische Wirtschaft

Nutzen und Auswirkungen bodenkundlicher Forschung auf die Landwirtschaft wurden bereits näher erläutert. Inwieweit die von der Bodenkunde gelieferten Grundlagen und Expertisen in der Praxis Anwendung finden, hängt wesentlich von Vollzugsorganen resp. von politischen Entscheidungsinstanzen ab. Im Hinblick auf die zunehmenden Waldschäden ist die Bodenkunde für die Forstwirtschaft ebenfalls von grösster Bedeutung. Beeinträchtigungen der Bodenqualität durch Schadstoffimmissionen sind für die ungedüngten Waldflächen schwerwiegender, weil im Gegensatz zur Landwirtschaft keine Bodenpflegemassnahmen erfolgen (siehe unter Anderen Publikationen Nr. 20). Es ist zu bedenken, dass Holz der einzige regenerierbare Rohstoff und Energieträger der Schweiz ist. Auch aus der Sicht der Holzindustrie (einwandfreie Holzqualität) ist Sorge zu unseren Waldböden zu tragen.

Die Privatwirtschaft interessiert sich hauptsächlich für die Anwendungsgebiete der Pedologie (Düngung, Bewässerung, Drainage etc.). Diese Arbeiten wurden bzw. werden oftmals ohne ausreichende Berücksichtigung pedologischer Aspekte durchgeführt. Eine Zusammenarbeit zwischen der Bodenkunde und privaten Institutionen sei v.a. bei konkreten Projekten denkbar, welche beide Seiten interessieren :

Zusammenarbeit mit :	Denkbare Projekte :
Chemische Firmen	Entwicklung von Entgiftungsmitteln für mit Schadstoffen kontaminierten Böden; Entwicklung bodenschonender, besser abbaubarer Agrochemikalien
Biotechnologie	Förderung gewisser Bodenorganismen-tätigkeiten
Ingenieurbüros	Energiegewinnung aus Bodenwärme (Bodenthermik)
Baufirmen	Mitarbeit bei fachgerechten Rekultivierungen (Kiesgruben, Deponien, Skipisten etc.)
Maschinenindustrie	Entwicklung bodenschonender Landbau-maschinen

Bewährt habe sich auch die Zusammenarbeit zwischen öffentlichen Forschungsinstitutionen (Infrastruktur) und Privaten (Ausführung). Die Möglichkeiten für eine Zusammenarbeit existieren schon, diese sollten aber durch vermehrte gegenseitige Information und Erfahrungsaustausch anschaulicher gemacht werden. Die BGS könnte diesbezüglich eine Koordinationsrolle übernehmen.

3.4. Für bestimmte gesellschaftliche Gruppen

Das Thema "Bodenverschmutzung" wird bis in ein paar Jahren einen ähnlichen Aktualitätsgrad erreichen wie das Waldsterben. Bodenschäden sind im Gegensatz dazu unsichtbar; sie äussern sich erst viel später in möglichen Ertragseinbussen.

Deshalb müssten bereits heute Öffentlichkeit und Politiker verstärkt über die Anliegen des Bodenschutzes aufgeklärt werden, damit die Bemühungen seitens der Pedologie auf breiter Ebene gestützt werden. Der Informationstätigkeit kommt gemäss allen Befragten höchste Priorität zu !

Aus diesem Grunde wäre die Einflechtung bodenkundlicher Sachverhalte in den Geographie- oder Biologieunterricht an den Primar- und Mittelschulen äusserst wichtig. Begleitend dazu, seien entsprechende Lehrunterlagen zu schaffen, welche auch ausserhalb der Schulen Verwendung finden könnten (11,13). In diese

Richtung gehen Bemühungen der BGS, welche seit 1984 über eine Arbeitsgruppe "Ausbildung und Information" verfügt und anlässlich des 10 - jährigen Jubiläums eine Wanderausstellung über Bodenkunde organisiert.

Aufgrund des Umweltschutzgesetzes (5) wurde es weiterhin als wichtig erachtet, dass zukünftig vermehrt Pedologen in die entsprechenden kantonalen Vollzugsorgane (Umweltschutz-, Wasserwirtschafts-, Planungsämter) integriert werden sollten, damit die Anliegen des Bodenschutzes, beispielsweise bei Umweltverträglichkeitsprüfungen, besser als bisher vertreten sind.

4. FOLGEN FÜR DIE SCHWEIZERISCHE WISSENSCHAFTSPOLITIK

Obwohl die Bodenkunde in der Schweiz im Aufschwung begriffen ist, müsste ihr durch wissenschaftspolitische Massnahmen derjenige Platz innerhalb der (Umwelt-) Wissenschaften zugewiesen werden, den sie aufgrund ihrer zentralen Bedeutung einnehmen sollte. Konkret sei die Beibehaltung und Förderung von bestehenden oder beabsichtigten Forschungsprojekten mit zukunftsweisendem Charakter vermehrt zu unterstützen. Unter 'zukunftsweisend' wurde die langfristige Sicherung ausreichender Fruchtfolgeflächen sowie die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und der Bodenfunktionen generell verstanden. Forschungsgelder seien gezielt einzusetzen, eventuell mit der Auflage zu verstärkter praxisorientierter Forschung (21) oder mit der Auflage zu interdisziplinärer Zusammenarbeit, denn allzuoft verhindere der Institutsindividualismus solche Ansätze. Zukünftige Forschungsqualität und heutige Ausbildung an Hochschulen stehen in direktem Bezug zueinander ! Eine Aufwertung des Fachbereichs Bodenkunde, hauptsächlich an Universitäten, ist aus bereits genannten Gründen unerlässlich; beispielsweise durch Verbesserung und Ausweitung entsprechender Infrastrukturen sowie durch die Schaffung weiterer Dozentenstellen in unserem Land. Die Wirkung und Ausstrahlung solcher Massnahmen sind vielfältig. Einerseits werden genügend Pedologen und bodenkundlich geschulte Praktiker kompetent ausgebildet, andererseits ist zu hoffen, dass pedologische Sachverhalte vermehrt in die Lehrerbildung einfliessen und im Schulunterricht eine grosse Breitenwirkung entfalten.

Zusätzliche Breitenwirkung übe auch die Schaffung eines bodenkundlichen Informationsdienstes aus, welcher die Funktion einer Schaltstelle zwischen Wissenschaft und Praxis übernehmen könnte. Dadurch sei gewährleistet, dass pedologische Erkenntnisse schneller als bisher an die betreffenden Behörden

und Institutionen weitervermittelt werden. In die gleiche Richtung zielt die Idee einer zukünftigen schweizerischen pedologischen Kommission, welche als Koordinationsorgan der SNG unterstellt wäre. Die Gründung der BGS war ein erster Schritt; sie kann solche Aufgaben nur teilweise erfüllen. Weitere Anstrengungen sind zusätzlich notwendig, damit die bodenkundliche Forschung und Praxis in der Schweiz effizienter zum Tragen kommt.

5. RESUME

La pédologie est une science-carrefour, de nature interdisciplinaire, qui étudie les propriétés, l'évolution et les fonctions du sol, ainsi que ses relations avec l'environnement immédiat et sa mise en valeur par l'agriculture et la sylviculture.

Au cours des dernières décennies, les pressions économiques, technique et démographique ont souvent abouti à des conflits d'utilisation du sol. Ce bien non renouvelable est menacé par l'emprise croissante des surfaces construites, par des apports de polluants, le tassement, les rotations culturales déséquilibrées, la baisse du potentiel de fertilité et l'érosion. C'est pourquoi la protection du sol devra bénéficier à l'avenir d'une attention accrue.

Le présent rapport de prospective énumère les six centres d'intérêt principaux ("Schwerpunkte") dont le développement est souhaitable, et en donne des exemples d'application pratique : recherche sur les procédés et les mécanismes, les modèles, les conséquences de l'exploitation du sol, l'érosion, le pouvoir régénérateur du sol, sa protection qualitative et quantitative. On montre que ces développements concernant des sujets qui sont déjà d'une brûlante actualité : mort des forêts et de leurs sols, apports de polluants au sol, garantie d'approvisionnement alimentaire du pays.

Le terme de protection du sol ne doit pas être pris dans une acception défensive : il faut savoir que les mesures de protection coûtent moins cher que de futures mesures d'assainissement des sols pollués, il faut savoir que, grâce à son pouvoir-tampon, le sol ne réagit pas immédiatement aux divers "stress" qui lui sont imposés, et que les conséquences se font sentir seulement une à deux générations plus tard. Il faut mieux connaître le sol pour le pouvoir mieux gérer.

Les milieux politiques et le public doivent être informés de l'importance de la protection du sol. Les connaissances élémentaires sur le fonctionnement du sol doivent être enseignées à l'école déjà, ce qui sous-entend bien sûr une formation adéquate du corps enseignant. De cette manière on assurera la relève des cadres scientifiques. Dans le domaine universitaire et de la recherche, une réévaluation de l'importance de la pédologie est souhaitable, ainsi qu'une meilleure coordination des travaux entre les diverses institutions.

Il faut espérer que des mesures judicieuses de politique de la science permettront de confirmer l'importance déterminante de la pédologie en matière agronomique, sylvicole et de recherche sur l'environnement. C'est à ce prix que l'intégrité et la diversité de nos sols pourront être conservées.

6. LITERATURVERZEICHNIS

Eidg. Gesetze, Richtlinien und Verordnungen

- (1) von AH, J.: EP 80. Ernährungsplan für Zeiten gestörter Zufuhr, Stand Ende 1982. Bern 1982, 41 S., hrsg.v. Bundesamt für wirtschaftliche Kriegsvorsorge & Eidg. Ernährungsamt
- (2) BUNDESAMT FUER LANDWIRTSCHAFT, EIDG. MELIORATIONSAMT, EIDG. LANDW. FORSCHUNGSANSTALTEN, BUNDESAMT FUER UMWELTSCHUTZ : Wegleitung für den Gewässerschutz in der Landwirtschaft (Düngung, Anschlusspflicht, Hofdüngerverwertung). Bern Dez. 1979 (ergänzt März 1984), 82 S.
- (3) BUNDESAMT FUER RAUMPLANUNG, BUNDESAMT FUER LANDWIRTSCHAFT : Raumplanung und Landwirtschaft. Vollzugshilfe im Bereich Landwirtschaft. Bern Mai 1983, 11 S.
- (4) BUNDESGESETZ UEBER DIE RAUMPLANUNG (RPG) vom 22. Juni 1979
- (5) BUNDESGESETZ UEBER DEN UMWELTSCHUTZ (USG) vom 7. Okt. 1983
- (6) EIDG. DEPARTEMENT DES INNEREN : Verordnung über Schadstoffgehalte des Bodens (VSBo). Entwurf, Erläuternder Bericht. Bern Sept. 1984, 15 S.
- (7) EIDG. JUSTIZ- UND POLIZEIDEPARTEMENT, BUNDESAMT FUER RAUMPLANUNG : Der Wettstreit um den Boden. Bern 1982, 32 S.
- (8) KLAERSCHLAMMVERORDNUNG vom 8. April 1981

Weitere Literaturbeispiele

- (9) ALTHER, E.W.: Bodenschutz als übergeordnetes Leitbild. Referat anlässlich der 66. Hauptversammlung u. Informationstagung der SVIL, Zürich 1984, Manuskript, 18 S.
- (10) BARDET, L.: Aspects juridiques de la protection du sol. In: Bull.d.Bodenkd1. Ges.d.Schweiz, 7 (1983), S. 51-53
- (11) Arbeitsgruppe Bodenschutz der BODENKUNDLICHEN GESELLSCHAFT DER SCHWEIZ (BGS), BAUDEPARTEMENT DES KANTONS AARGAU: Kiesabbau und Landwirtschaft. Am Beispiel des Kantons Aargau. = BGS Dokument, Nr.1, Zürich 1984, 42 S.
- (12) BUNDESAMT FUER UMWELTSCHUTZ: Cadmium in der Schweiz. = Schriftenreihe Umweltschutz, Nr.32, Bern 1984, 19 S.
- (13) DIEZ, T.: Vermeiden von Erosionsschäden. = AID, Nr. 108, Bonn 1982, 36 S., hrsg.v. Auswertungs- u. Informationsdienst für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten
- (14) CANDINAS, T.: Klärschlammverwertung in der Landwirtschaft. = Flugblatt Nr.1, Liebefeld 1984, 7 S., hrsg.v. Eidg. Forschungsanstalt f. Agrikulturchemie und Umwelthygiene Liebefeld
- (15) FREI, E.: Agrarpedologie. Eine kurzgefasste Bodenkunde. Ihre Anwendung in der Landwirtschaft, Oekologie und Geographie. = Geographica Bernensia U 11, Bern 1983, 150 S., hrsg.v. Geogr.Inst.d.Univ.Bern
- (16) FREI, E. & K.PEYER: Ziel und Aufgaben der Bodenkartierung. In : Mitt.f.d. Schweiz.Landw., Nr.12, 21 (1973), S. 228-240

- (17) HAENI, H. & S.GUPTA & A.SIEGENTHALER: Chemische Aspekte des qualitativen Bodenschutzes. In : Bull.d.Bodenkd1.Ges.d.Schweiz, 7 (1983), S. 5-11
- (18) MOSIMANN, TH.: Landschaftsökologischer Einfluss von Anlagen für den Massenskiport. Teil II: Bodenzustand und Bodenstörungen auf planierten Skipisten in verschiedenen Lagen (Beispiel Crap Sogn Gion, Laax). = Materialien zur Physiogeographie, Heft 3, Basel 1983, 72 S.
- (19) PEYER, K.: Klärschlammverwertung in der Landwirtschaft und Belastbarkeit des Bodens unter dem Einfluss der Klärschlammanwendung. In: Schweiz.Landw. Monatshefte, 61 (1983), S. 77-102
- (20) RICHARD, F. & P.LUESCHER & T.STROBEL: Physikalische Eigenschaften von Böden der Schweiz. Band 1. = Sonderreihe der Eidg. Anstalt f. das forstl. Versuchswesen, Birmensdorf 1978, o.S.
- (21) SCHWEIZERISCHE ARBEITSGEMEINSCHAFT FUER UMWELTFORSCHUNG (SAGUF): Praxisorientierte ökologische Forschung (POEF). Vorschläge zur Förderung und Neuorientierung der Umweltforschungspolitik in der Schweiz. = SAGUF Schriftenreihe, Nr.3, Langenbruck 1983, 78 S.
- (22) SCHWEIZERISCHE GESELLSCHAFT FUER ANGEWANDTE GEOGRAPHIE (SGAG) : Dokumentation über Bodenprobleme
Teil 1: Dokumentationsbericht. Bern Mai 1982, 91 S.
Teil 2: Anhang zum Dokumentationsbericht. Bern Sept. 1982, o.S.
- (23) SOCIETE SUISSE DE PEDOLOGIE (SSP/BGS). Les sols organiques. Guide d'excursion 1984.
- (24) STADELMANN, F.X. & S.GUPTA & A.RUDAZ: Mikrobiologische Aspekte des qualitativen Bodenschutzes. In: Bull.d.Bodenkd1.Ges.d.Schweiz, 7 (1983), S.12-19

RAPPORT D'ACTIVITE / JAHRESBERICHT 1984/85

1. Journées scientifiques

- 1.1. L'assemblée générale /séance scientifique a eu lieu le vendredi 9 mars 1984 à Wädenswil, Station de recherches agronomiques. L'AG a reconduit tous les groupes de travail dans leur activité, elle a décidé de former un nouveau groupe de travail sur "L'information et la formation". Elle a accepté le règlement du Fonds d'encouragement aux jeunes. Elle a discuté de problèmes de budget, car de gros frais sont prévisibles entre 1984 et 1986; un budget d'ensemble a été adopté.
- La séance scientifique a été entièrement consacrée à des exposés de membres du groupe de travail sur la classification des sols : l'horizon-diagnostic dans les divers systèmes de classification, l'horizon cambique du système US, la classification des formes d'humus, et les possibilités d'application de la classification numérique.
- 1.2. Plusieurs de nos membres ont également été appelés à donner le point de vue de notre société dans divers exposés.
- 1.3. Nos groupes de travail ont été très actifs, chacun dans son domaine. De plus, la SSP a réalisé un rapport de prospective sur les développements prévisibles de la pédologie d'ici 20 ans, à la demande de la SHSN.
- 1.4. La SSP publie son bulletin annuel. Dès 1984, la livraison annuelle est complétée par des publications spéciales, intitulées Document No X. Le Document I traite de l'"Exploitation du gravier et agriculture". Un Document 2 est sur le point de sortir. Une exposition ambulante d'une quarantaine de panneaux sortira pour marquer les 10 ans d'existence de la SSP.

2. Relations internationales

Les contacts avec la société-soeur autrichienne sont maintenus. Une excursion pédologique commune A-CH est en préparation, dans le cadre du congrès 1986 de l'Association Internationale pour l'Etude du Sol, dont la SSP fait partie.

3. Efforts dans les domaines de l'enseignement et de la formation

La création d'un groupe de travail spécialisé dans ce domaine montre nos préoccupations. Des collections de diapositives sont en préparation. De plus, nous tentons d'intéresser et d'intégrer les jeunes universitaires aux travaux pédologiques.

4. Activités administratives

Le comité a tenu trois séances en 1984. De plus beaucoup de problèmes de détail ont été réglés par voie téléphonique.

5. Nombre de membres

La société comptait 171 membres au 1.1.1985.

Nyon, le 26.2.1985

J-A. Neyroud, Président SSP

Information über die IBG/ISS Exkursion 1986

(Zentralalpentransversale Schweiz/Oesterreich)

Die von der IBG Tagung in Hamburg 1986 als Zentralalpentransversale Schweiz/Oesterreich angebotene achttägige Nachexkursion findet vom 22.-29. August 1986 statt.

Mit den Vorbereitungsarbeiten der vier Tage (22.-25.8.1986) durch die Schweiz beschäftigt sich unsere Arbeitsgruppe mit der folgenden Zusammensetzung: Herren Vědy und Gratier (EPFL), Flüeler und Läser (ETHZ, Bodenphysik), Sticher und Juchler (ETHZ, Bodenchemie), Peyer und Müller (FAP, Reckenholz), Neyroud (Changins), Mosimann (Uni Basel) und Lüscher (EAFV, Birmensdorf).

Das folgende Programm wurde zusammengestellt:

- 21.8.86 Anreise von Hamburg nach Solothurn mit einer anschliessenden Einführung zur Exkursion und einer Stadtbesichtigung.
- 22.8.86 Erste Jurakette Weissenstein mit einem Rendzinaprofil. Fahrt entlang dem Jurafuss in den Raum Orbe mit zwei Parabraunerde - Braunerdeprofilen, z.T. vernässt. Fahrt über Bern (kurzer Stadtrundgang) ins Gebiet von Malter-Schwarzenberg.
- 23.8.86 Podsolprofil "Guberwald" bei Schwarzenberg. Besuch des Plenterwaldes der Korporation Malter-Schwarzenberg. Fahrt auf der Gotthardroute nach Andermatt. Besuch des Bannwaldes und von Lawinenverbauungen in dieser Region. Fahrt über den Oberalppass ins Vorderrheintal, Domleschg, Landwassertal in den Raum Davos.
- 24.8.86 Vorstellung von Böden auf Dolomit und Serpentin (Gotschnagrat und Delenwald).
- 25.8.86 Fahrt über den Flüelapass nach Samedan. Braunpodsole und Podsole der alpinen Stufe auf Kristallin (Muottas Muragl). Fahrt ins Unterengadin mit Vorstellung der Landschaft sowie von Trockenstandorten. Anschluss an die vier Tage der Oesterreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft in Martina.

Die Vorbereitungsarbeiten sind angelaufen. Im August 1985 soll mit den an der Exkursion beteiligten Mitgliedern der OeBG eine Vorexkursion als Hauptprobe durchgeführt werden. Bis Ende Jahr muss der Exkursionsführer bereitgestellt sein. Er wird als Separatband in den Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft erscheinen.

In den IBG Bulletins wird laufend auf den grösseren Rahmen der Tagung in Hamburg und auf das Exkursionsangebot vor, während und nach dem Kongress hingewiesen.

P. Lüscher

Birmensdorf, 7. März 1985
Lü/g1

BERICHTE DER ARBEITSGRUPPEN

1. Arbeitsgruppe für KLASSIFIKATION und NOMENKLATUR

Gemäss der, anlässlich der letzten GV festgelegten, Zielsetzung lag das thematische Schwergewicht der drei Sitzungen und zwei Exkursionen im vergangenen Jahr bei der Anpassung von zum Teil bereits definierten und quantifizierten Merkmalen zur Horizontumschreibung und deren Anwendungsmöglichkeiten unter schweizerischen Verhältnissen. Solche objektivierte und bodentypische Horizonte, bestehend aus einer Merkmalskombination, sollen nicht nur beschreibenden, sondern in bezug auf die Klassierung der Böden auch richtungsweisenden Charakter haben. Ein Ziel wäre, die in der Natur immer wieder vorkommenden Grenz- bzw. Uebergangsfälle eindeutig von einander abgrenzen zu können. Damit wird eine merkmalsorientierte Untermuerung von genetisch ausgerichteten Klassifikationssystemen erreicht.

Die konkrete Abfassung dieser Merkmals- bzw. Horizontdefinitionen bietet nun erheblich mehr Schwierigkeiten als anfänglich erwartet. Nachteilig sind sicher die zum Teil schwerfälligen Umschreibungen von einzelnen Eigenschaften. Genaue Zahlenangaben sollten, um anwendungsfreundlich zu sein, vielmehr als Richtwerte verstanden werden. Im Entwurf liegen einzelne Horizontdefinitionen vor; auch der Vergleich mit der FAO-Legende und der US Soil Taxonomy liegt vor, doch drängt sich eine erneute Ueberarbeitung in unserer Gruppe auf.

Die zwei eintägigen Exkursionen galten thematisch der Ansprache und Differenzierung von Braunerden und Parabraunerden im Gelände unter Freilandbedingungen und im Wald (Zürcher Weinland sowie in der Umgebung von Wohlen Kt. AG). Hinweise auf eine Tonverlagerung geben die Tonhüllen, die Lage und Mächtigkeit des Tonanreicherungs-horizontes im Profil, das Gefüge sowie der unterschiedliche Tongehalt zwischen dem Anreicherungs- bzw. Auswaschungshorizont. Ob der Prozess der Lessivierung noch aktuell ist oder nicht, lässt sich hauptsächlich im sauren Milieu oft kaum feststellen.

Für den Exkursionsführer IBG/ISSS 86 wurde für den Standortsbeschreibung,

die Profilmorphologie sowie für die Untersuchungen am Bodenprofil ein Konzept entworfen.

Birmensdorf, 6. März 1985
Lü/it

P. Lüscher

2. Arbeitsgruppe LYSIMETER

Wie bereits in den Vorjahren hat sich die Arbeitsgruppe im vergangenen Jahr zu zwei Sitzungen getroffen. Neben der Information über die Tätigkeit der besuchten Mitglieder (Wasserwirtschaftsamt des Ht. Bern, Forschungsanstalt Reckenholz-Zürich) wurde dabei die Vorbereitung von gemeinsamen Publikationen weiterverfolgt.

Als erstes wird die Publikation der in der Schweiz erhobenen Lysimeterdaten angestrebt. Vorgesehen sind Tabellen mit Tageswerten von Niederschlag, Sickerwasser, Evapotranspiration und Bodenwasserdefizit, sowie Periodentabellen mit den Ergebnissen chemischer Wasseranalysen. Interessenten für diese Daten finden sich u.a. bei Hydrologen (Grundwasserbildung, Wasserbilanz) und bei Personen die an Landwirtschaft und Umweltschutz interessiert sind (Verfrachtung von Nährstoffen). Möglicherweise können diese Daten in der Reihe "Hydrologie" der "Beiträge zur Geologie der Schweiz" veröffentlicht werden. Die Verhandlungen mit der Hydrologischen Kommission sind noch im Gang. Wenn möglich soll die Veröffentlichung noch in diesem Jahr erfolgen. Eine zweite Publikation, mit Ergebnissen von Lysimeteruntersuchungen, als Sondernummer der Bodenkundlichen Gesellschaft, ist für später vorgesehen.

Die Arbeitsgruppe wählte J.P. Ryser zum neuen Vorsitzenden.

Zürich, 7. 3. 85

H. Blum

3. Arbeitsgruppe SCHUTZ DES BODENS

Mit der Herbstexkursion des Jahres 1978 ins Tessin gewann der BODENSCHUTZ im Rahmen unserer Gesellschaft mehr und mehr an Interesse. Die an der folgenden Jahrestagung ernannte Bodenschutz-Kommission setzte aufgrund einer Mitglieder-Rundfrage die Prioritäten über die Vielfalt der Aspekte des Bodenschutzes, der Bodenzerstörung und der Nutzungsentfremdung. Damit begann die Tätigkeit unserer Arbeitsgruppe, die heute fünf Jahre alt ist, und 30 Mitglieder zählt.

Unser Interesse galt, neben der gesetzlichen Verankerung des qualitativen Bodenschutzes, dem Schutz des Bodens in seinem Zustand, seiner Existenz, seiner Gesundheit und Funktion. Verschiedene unserer Mitglieder haben sich in unserem Bulletin, in Fachzeitschriften, als auch in der Tagespresse über Probleme des Bodenschutzes geäußert. In vier Sitzungen der ursprünglichen Bodenschutz-Kommission und in 14 Sitzungen der ARBEITSGRUPPE SCHUTZ DES BODENS erhartete sich während der vergangenen fünf Jahre die Reihenfolge der Prioritäten immer deutlicher.

Im Verlaufe dieses Berichtsjahres erschien DOKUMENT 1 DER BGS in je einer deutschen und französischen Fassung mit dem Titel KIES-ABBAU UND LANDWIRTSCHAFT, ergänzt durch ein TECHNISCHES MERKBLATT ÜBER DIE REKULTIVIERUNG. An dessen Absatz gemessen entsprach dieses DOKUMENT 1 einem Bedürfnis. Die Besprechungen mit dem Schweizerischen Fachverband für Sand und Kies sind noch im Gange. Verdankenswerterweise hat das Baudepartement des Kantons Aargau den grössten Teil der Druckkosten finanziert. Sämtliche Co-Autoren verzichteten auf eine Entschädigung ihrer Eigenleistungen, sodass No 1 unserer neuen SCHRIFTENREIHE ohne Belastung der Gesellschaftskasse ihr Erscheinen aufnehmen konnte. Besonderes Interesse schenkte die Arbeitsgruppe weiter den Problemen "Wärmenutzung aus dem Boden", "Verhalten und Nebenwirkungen von Pestiziden im Boden", sowie dem "Hochmoorinventar der Schweiz".

Die wichtigste Tätigkeit während des Berichtsjahres jedoch lag auf dem Gebiete des Flächenschutzes, entsprechend dem Vorschlag und Antrag anlässlich der letzten Jahrestagung. Eine ad hoc-Untergruppe Flächenschutz und der Ausschuss der Arbeitsgruppe, der auch mit einer parlamentarischen Untergruppe Kontakte pflegt, erarbeiteten in 26 Sitzungen DOKUMENT 2 DER BGS, betitelt BEURTEILUNG UND SCHUTZ DER BÖDEN. Damit wurde auch im Hinblick auf die kommende Raumplanungs-Verordnung, für die Kantone und die Gemeinden ein LEITFADEN ZUR AUSSCHIEDUNG VON FRUCHTFOLGEFLÄCHEN und der LANDWIRTSCHAFTSZONE geschaffen. Der nun bevorstehende Druck von No 2 unserer SCHRIFTENREIHE ist wiederum nur deshalb möglich, weil des Bundesamt für Raumplanung, das Bundesamt für Landwirtschaft, wie auch das Bundesamt für wirtschaftliche Landesversorgung unsere Arbeit tatkräftig förderten, wofür wir bestens danken. An dieser Stelle gilt es auch, allen Mitgliedern unserer Arbeitsgruppe wie auch dem Präsidenten der BGS für die geleistete, grosse und fruchtbare Zusammenarbeit ebenso herzlich zu danken.

An der 14. Sitzung unserer Arbeitsgruppe vom 15. Januar 1985 wurde denn auch deren künftige Leitung bestimmt. Dipl. Arch. Hans B i e r i wird das Präsidium übernehmen. Die bisherige Vizepräsidentin, Frau Janina P o l o m s k i, verbleibt in ihrem Amte und wird sich vermehrt den immer wichtiger werdenden biologischen Problemen im Rahmen des Bodenschutzes widmen, währenddem Dr. Luc B a r d e t als Vizepräsident das ebenso wichtige Bindeglied zu den Aktivitäten unserer Arbeitsgruppe in der welschen Schweiz verkörpert.

Permettez moi de conclure ce rapport avec quelques mots en langue française. Il ne fut pas possible d'achever tout ces résultats et de compléter tout ces travaux sans l'étroite collaboration avec nos amis de la Romandie et tout les amis qui avaient établi les "Querverbindungen" avec les autres groupes de travail, comme ceux de "Classification et Nomenclature", de même que "Information et Formation". Cette collaboration nous a permis - et nous permettra - de vous fournir une traduction précise de nos DOCUMENT 1 et 2, qui couvrent deux différents et importants domaines de la protection du sol. A vous tous, mes chers amis de la Romandie*, j'aurai vous exprimer un grand merci, toute ma gratitude comme animateur du groupe de travail pour la protection du sol, pour cette collaboration étroite et fructueuse.

Un travail qui nous préoccupera généralement ces prochaines années, c'est la classification des sols comme classification suisse. Comme cela a été le cas lors de l'assemblée de l'année 1983 a Munich, où notre service de classification de sol a été généralement reconnu devant un auditoire international, il doit être le "devoir distingué" de notre société, d'établir l'unité de doctrine entre nous tous, en classification de même qu'en nomenclature de nos sols. Encore une fois, je vous remercie et je vous saurais gré de bien vouloir réfléchir sur cette dernière "motion" de ma part comme "animateur sortant", à qui le succès de la société tient à son coeur.

E. W. Alther

*et aussi du Tessin

Flawil, den 8. März,
le 8 mars 1985

4. Arbeitsgruppe BODEN-PFLANZEN-BEZIEHUNGEN

Am 9. März 1984 erhielt J.J. Oertli den Auftrag, den Bedarf und die Funktion einer Arbeitsgruppe Pflanzenernährung abzuklären. Auf eine Rundfrage meldeten sich 14 Interessenten, von denen 8 an einer Sitzung am 18. Oktober 1984 an der ETHZ teilnahmen. Name und Zielsetzung der Arbeitsgruppe wurden an der GV der BGS vom 8. März 1985 genehmigt.

(1) Bezeichnung: Boden-Pflanzen-Beziehungen

Begründung: Vor allem im deutschen Sprachgebiet konzentriert sich der Begriff Pflanzenernährung auf physiologisch-biochemische Aspekte der Pflanzenernährung, also auf Nährstofftransporte und Funktionen innerhalb der Pflanze. Anderswo gehören eine Charakterisierung der Nährstoffspeicher und Reaktionen von Nährstoffen im Boden ebenfalls in den Bereich der Pflanzenernährung. Diese stark boden-betonten Gesichtspunkte der Pflanzenernährung werden gegenwärtig an der ETH gelehrt. Da aber infolge des deutschen Einflusses doch die Gefahr besteht, dass eine Funktion einer Arbeitsgruppe Pflanzenernährung innerhalb einer bodenkundlichen Gesellschaft nicht erkannt wird, so wurde der Vorschlag akzeptiert, der Arbeitsgruppe die Bezeichnung Boden-Pflanzen-Beziehungen zu geben. Das Arbeitsgebiet wird durch diese Bezeichnung leicht erweitert. Neben der eigentlichen Pflanzenernährung, die sich mit Wirkung und Verfügbarkeit von Nährstoffen, inklusive Wasser, Sauerstoff und Schadstoffen befasst, sind auch solche Gebiete wie mechanischer Widerstand gegen das Eindringen von Wurzeln von Interesse.

(2) Die Bedeutung einer Arbeitsgruppe Boden-Pflanzenbeziehungen innerhalb der Schweizerischen Bodenkundlichen Gesellschaft

Ein Interesse am Boden kann aus verschiedenen Gründen bestehen:

Einmal ist der Boden an sich ein interessantes Ökosystem, dann ist der Boden ein Untergrund für Bauten und schliesslich ist er ein Medium für das Pflanzenwachstum. Boden-Pflanzen-Beziehungen befassen sich mit dem letzten Aspekt und dies dürfte nebenbei auch für die Mehrheit der Mitglieder der Gesellschaft gelten. Der Boden dient den Pflanzen als Stütze sowie als Nährmedium für mineralische Nährstoffe, Wasser und Sauerstoff. Etwa die Hälfte der Schweiz wird landwirtschaftlich genutzt. Auf diesen Flächen wird der Boden oft wesentlich und zielbewusst verändert in der Absicht, ihn nachhaltig zu verbessern. Ein Viertel des Bodens wird forstwirtschaftlich ge-

nutzt, wobei direkte Eingriffe seltener sind, Folgen einer falschen Bewirtschaftung aber nicht weniger drastisch sind. Verbesserungsversuche in der Schweiz sind bescheiden und beschränken sich praktisch immer auf die Holzartenwahl. Ein sehr bescheidener Teil der Schweiz besteht schliesslich aus Naturschutzgebieten, in denen von Menschen unbeeinflusste Boden-Pflanzen-Beziehungen untersucht werden können.

In jedem dieser drei Nutzungsbereiche ist der Mensch eminent am Verhalten der Pflanzendecke interessiert, und in jedem dieser drei Bereiche spielen Boden-Pflanzenbeziehungen und insbesondere die Versorgung mit mineralischen Nährstoffen, Wasser und Luft eine fundamental wichtige Rolle, sowohl in wissenschaftlicher wie in ökonomischer Hinsicht. Wir erachten deshalb die Schaffung einer Arbeitsgruppe Boden-Pflanzen-Beziehungen als berechtigt und notwendig.

(3) Bereich der Arbeitsgruppe Boden-Pflanzenbeziehungen

Die Boden-Pflanzenbeziehungen befassen sich mit der Verfügbarkeit der Nährstoffe im Boden, dem Transport der Nährstoffe durch die Rhizosphäre bis zur Wurzeloberfläche, die Aufnahme der Nährstoffe in Pflanzenzellen, dem Ferntransport der Nährstoffe innerhalb der Pflanze und schliesslich mit gewissen funktionellen Aspekten der Nährstoffe. Neben den 16 lebensnotwendigen Nährstoffen interessiert sich die Pflanzenernährung auch für Stoffe, die sonst irgendwie für die Pflanze oder für die Nahrungskette von Bedeutung sind, also z.B. für nicht lebensnotwendige Schwermetalle oder für Nährstoffe, die für Tier und Mensch lebensnotwendig sind, nicht aber für die Pflanze. Die Pflanzenernährung versucht einerseits das Boden-Pflanzen-geschehen naturwissenschaftlich zu verstehen, und andererseits praktische Methoden zur Nährstoffbewirtschaftung auszuarbeiten. Im Gegensatz zu den oft rein korrelativen Boden-Pflanzen-Beziehungen vieler Ökologen versucht man in der Pflanzenernährung, diese Beziehung funktionell-kausal zu verstehen.

Durch die Erweiterung des Arbeitsgebietes würde sich die Arbeitsgruppe auch mit Problemen befassen, die nicht unmittelbar mit der Versorgung von Nähr- und Schadstoffen zusammenhängen. Ein wichtiges Problem erscheint uns das Eindringen der Wurzeln in den Boden.

(4) Stellung der Arbeitsgruppe innerhalb der bodenkundlichen Gesellschaft und Zusammenarbeit mit anderen Arbeitsgruppen

Der Schwerpunkt der Arbeitsgruppe muss sich auf "boden-nahe" Fachgebiete beschränken. So würde uns hauptsächlich eine Charakterisierung der Nährstoffspeicher, inkl. Wasser und Sauerstoff, und der Transport dieser Substanzen zur Pflanzenwurzel interessieren, während der Transport innerhalb der Pflanze und physiologisch-biochemische Funktionen hier von sekundärer Bedeutung sind und mehr in den Bereich der Pflanzenphysiologie gehören. Allerdings ist es sinnlos, die Boden-Pflanzen-Beziehungen richtig verstehen zu wollen ohne Kenntnisse des Transportes und der Funktionen der Nährstoffe in der Pflanze. Sogar die Verfügbarkeit der Nährstoffe im Boden ist keine rein bodenkundliche, sondern auch eine pflanzenbezogene Eigenschaft. Ein reges Interesse an statistischen Korrelationen zwischen Boden und Pflanzendecke hat schon immer bestanden. Diese Arbeitsgruppe möchte die funktionellen Zusammenhänge dieser Korrelationen, also das naturwissenschaftliche Verständnis fördern.

Die Arbeitsgruppe Boden-Pflanzen-Beziehungen wird enge Kontakte mit Interessenten in Bodenphysik, Bodenchemie, Bodenbiologie suchen, sowie mit Pflanzenbauern und Forstleuten. Zudem wird sie der Arbeitsgruppe Lehre und Information das notwendige wissenschaftliche Material liefern.

(5) Aufgaben der Arbeitsgruppe Boden-Pflanzen-Beziehungen

- Sie bringt periodisch Interessenten zu einem Meinungsaustausch zusammen.
- In Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe Bildung und Information versucht sie, Problembereiche sachlich und ausgewogen zu behandeln und die Gesellschaft, Volk und Medien zu informieren.
- Sie weist frühzeitig auf kommende Probleme hin und versucht, entsprechende Handlungen wie Forschung anzuregen.
- Basiert auf naturwissenschaftlichen Fachkenntnissen, berät sie Behörden auf sachliche und ausgewogene Art.

(6) Spezifische Probleme

Eine Arbeitsgruppe muss ihren Bedarf auch dadurch ausweisen können, dass sie aktuelle und potentielle Probleme erkennt, deren Bearbeitung wünschenswert oder notwendig ist. An unserer Sitzung vom 18. Oktober wurden zahlreiche solche Probleme aufgeführt. Diese sind hier nicht erwähnt, da die Gefahr besteht, dass sie die Diskussion vom Hauptthema auf sich lenken könnten.

5. Arbeitsgruppe ORGANISCHE SUBSTANZ

Die Definition des Begriffes "Humus" wurde endgültig bereinigt. Sie ist nachstehend wiedergegeben. Die Bearbeitung der "Dokumentation über Nutzung, Bewirtschaftung und Melioration organischer Böden" wurde aufgeschoben, da wir dieses Projekt in den Rahmen des Nationalen Forschungsprogrammes "Böden" integrieren möchten. Die Redaktion dieser Dokumentation könnte dadurch finanziell gesichert werden. Zur Zeit muss die definitive Ausschreibung des Forschungsprogrammes abgewartet werden.

Neue Arbeiten wurden nicht aufgenommen.

Definition des Begriffes "Kulturerde"

Kulturerde (in der land- und gartenbaulichen Praxis als "Humus" bezeichnet), umfasst das leicht durchwurzelbare Material eines gewachsenen Bodens, das eine geeignete Zusammensetzung von mineralischen und organischen Bodenbestandteilen aufweist. Kulturerde muss bei gebräuchlichen Kultur- und Pflegemaßnahmen ein normales Pflanzenwachstum gewährleisten. Jedes einzelne der folgenden Merkmale muss innerhalb des Toleranzbereiches liegen oder durch geeignete Maßnahmen in diesen Bereich gebracht werden können. Für Rekultivierungen im Ackerbau, Futterbau und im Landschaftsgartenbau ist Kulturerde mit den in der folgenden Tabelle genannten Eigenschaften als geeignet zu betrachten:

Merkmal und Masseinheit	Optimalbereich	Toleranzbereich			Messmethode (ohne besondere Angaben gelten die Methoden der Eidgenössischen Forschungsanstalten)
		Ackerbau	Futterbau	Landschaftsgartenbau	
1. Entnahmetiefe des Bodens (cm)	0 - 30	0 - 100	0 - 100	0 - 100	am ungestörten Bodenprofil gemessen
2. Bodenskelett ($\emptyset \geq 2\text{mm}$)					Trockensiebung; Normen der Bodenkundlichen Gesellschaft der Schweiz BGS
2.1. Anteil (Vol. %)	bis 10	bis 20	bis 30	bis 30	
2.2. Maximal zulässiger Steindurchmesser cm	bis 5	bis 5	bis 5	bis 10	
3. Bodenart	sandiger Lehm	lehmriger Sand Schlufflehm Lehm toniger Lehm	lehmriger Sand Schlufflehm Lehm toniger Lehm	lehmriger Sand Schlufflehm Lehm toniger Lehm	Sedimentation Normen BGS
4. Wasserdurchlässigkeit (k-Wert in cm/Tag)	normal (25 - 50)	leicht gehemmt (mind. 10) bis rasch durchlässig (max. 100)	leicht gehemmt (mind. 10) bis rasch durchlässig (max. 100)	leicht gehemmt (mind. 10) bis rasch durchlässig (max. 100)	Zylinderprobe im gesättigten Zustand an der ungestörten Entnahmestelle und/oder nach der Auffüllung gemessen

Merkmal und Masseinheit	Optimalbereich	Toleranzbereich			Messmethode (ohne besondere Angaben gelten die Methoden der Eidgenössischen Forschungsanstalten)
		Ackerbau	Futterbau	Landschaftsgartenbau	
5. Porosität für Boden bis 15 % org. Substanz (sickerfähige Poren $\emptyset \geq 0.03\text{ mm}$; Vol. %)	5 - 10	3 - 15	3 - 15	3 - 15	Berechnung aus der Porenverteilung einer Zylinderprobe an der ungestörten Entnahmestelle und/oder nach der Auffüllung gemessen
6. Organische Substanz (Gew. %)	3 - 10	1,5 - 15	1,5	1,5	$C \times 1,724$
7. pH-Wert (H_2O)	6,0 - 7,5	5,5 - 8,0	5,5 - 8,0	4,5 - 8,5	potentiometrisch
8. Salzgehalt (mg KCl/100 g Boden oder Microsiemens)	bis 150 oder bis 400	unter 250 oder unter 1000	unter 250 oder unter 1000	unter 250 oder unter 1000	elektrische Leitfähigkeit 1 : 5 Gewicht Boden : Wasser oder 1 : 2 Volumen Boden : Wasser
9. Pflanzenschädigende Stoffe	keine	keine	keine	keine	Saattest oder Kleinkulturanversuch

ERNEST W. ALTHER

Membre de l'honneur de la SSP



A portée de main de la plupart de nos membres se trouvent trois importants écrits :

- La "Loi fédérale sur la Protection de l'Environnement" qui contient un chapitre réservé au sol et à sa nécessaire protection (Art. 33-35)
- Le Document SSP No 1 "Exploitation de gravier et Agriculture", qui décrit la problématique et les risques, puis propose des solutions pratiques à ce conflit d'utilisation du sol.
- Le Document SSP No 2, en préparation, "Appréciation et Protection du sol", qui propose une marche à suivre dans la détermination des surfaces d'assolement de notre pays.

Ces trois productions ont été réalisées avec le concours de nombreux auteurs, mais elles ont en commun le fait que leur publication n'aurait pas pu voir le jour si rapidement sans le concours dévoué de l'un de nos membres Dr. E. W. ALTHER : c'est lui qui nous a non seulement encouragés et stimulés, mais a encore payé de sa personne, écrivant à tel spécialiste, rendant visite à tel homme politique, et n'hésitant pas à

fournir nombre d'articles à la presse et aux revues spécialisées.

Un jour avant de devenir "Alt-Präsident", je me permets pour la dernière fois de me ranger parmi les jeunes pour te témoigner, Ernest, notre profonde reconnaissance : ton enthousiasme, ton respect des nuances dans notre état fédéral, ta manière si personnelle de mettre les nouveaux en confiance, tout cela nous a été précieux, et a contribué à nous faire encore mieux apprécier notre métier de pédologue.

Ernest W. ALTHER est né le 4 août 1918 à Rorschach (SG); après sa formation scolaire, il a suivi une formation professionnelle à Strickhof (ZH) puis à l'EPF-Z où il a obtenu son diplôme d'Ingénieur Agronome en 1945.

Les deux dates ci-dessus sont déjà symboliques de l'homme : pour commencer sa vie, ou sa carrière professionnelle après les dures heures des guerres aux frontières et des mobilisations, il faut des hommes qui veulent reconstruire, qui ne reculent pas devant l'effort et qui ont devant les yeux des objectifs nettement définis. Les armoiries de la Ville de St-Gall, sa commune d'origine, témoignent déjà de la détermination du futur et distingué héraldiste : "Porte d'argent à ours de sable armé d'or, les sourcils et un collier d'or, de l'or dans les oreilles" !

Une fois les études terminées, E. Alther exerce ses talents dans la culture du cacao, en Afrique occidentale. Il entre ensuite à la firme Alusuisse; c'est peut-être là qu'est née sa vocation de protecteur du sol, car il s'occupe déjà de l'influence du fluor sur le sol, les plantes et les animaux. Ce travail lui permet de soutenir une thèse de doctorat à l'Université de Fribourg en Brisgau.

Après un séjour de 3 ans à l'Office fédéral de l'agriculture, E. Alther devient enseignant à l'école cantonale d'Agriculture de Flawil (SG).

A côté de son activité d'enseignant, il participe à la rédaction de plusieurs ouvrages (Handbook of experimental Pharmacology vol XX, Farbtafelatlas über SO₂-Wirkungen,...). Son intérêt pour le sol est très vaste, et s'étend de la pédologie pratique (introductions dans les cours des premiers monolithes de sols) à la sensibilisation de l'opinion aux nécessités d'une utilisation rationnelle, ainsi que d'une meilleure connaissance du sol grâce à la cartographie, entre

autres moyens.

Depuis 1975, date de la fondation de la SSP, E. Alther a été encore plus actif. Il est à l'origine de la fondation du groupe de travail sur la protection du sol, qu'il a animé jusqu'à l'an dernier.

E. Alther a donné une dimension nouvelle à la pédologie en Suisse : il a contribué à l'ouvrir vers d'autres disciplines et d'autres milieux. C'est en grande partie grâce à lui que bon nombre de nos concitoyens ont désormais pris conscience de l'importance décisive du sol. A l'heure où il songe à une retraite mille fois méritée, nous lui transmettons, ainsi qu'à son épouse, nos vœux les plus chaleureux.

Pour témoigner concrètement notre reconnaissance à E. Alther, le comité propose que celui-ci soit nommé membre d'honneur, conformément à l'article 4 de nos statuts.

J-A. Neyroud
Président SSP/BGS



FELIX E. RICHARD +

Felix E. Richard, professor emeritus of soil physics at the Swiss Federal Institute of Technology, Zurich, Switzerland, died October 17, 1984 following a severe illness. He was 69.

Born November 6, 1915 in Switzerland, he did his basic training in forestry engineering (1935-1939) and obtained his PhD degree in

soil science under Hans Pallmann in 1946. His stay in the United States (1951/52) had a great impact on his career and on his understanding of soils research. He introduced soil physics in Switzerland and contributed substantially to the development of this discipline in Europe. With great enthusiasm and tremendous energy he was progressing steadily toward a better and more quantitative knowledge of field soil properties and processes, especially of the water regime in forest soils. His first large scale field experiment instrumented with hundreds of tensiometers and other related equipment was initiated as early as 1964. Doing this, he focused on the heterogeneity of field soils and the variability of field measured data, a controversial and relevant aspect of today's soil physical research. He explored and documented systematically the physical properties of field soils. He was almost addicted to tackle technically difficult field problems. His expertise of soil physical experimentation is widely known and left its traces in many field experiments all over the world.

He was a devoted teacher. His sense of humor and temper, his down to earth attitude and the ability to motivate and to demonstrate the practical relevance of his approach to soil science will be remembered by a large number of students.

His ideas and plans for the years to come are not lost nor will they be discontinued because they are part of the heritage we are grateful for.

Dr. Richard was a member of the Soil Science Society of America, as well as of many other professional organisations.