

Skelettschalt.

BODENKUNDLICHE GESELLSCHAFT DER SCHWEIZ
SOCIÉTÉ SUISSE DE PÉDOLOGIE



BULLETIN

7

Assemblée annuelle de la SSP à Lausanne (11 mars 1983)

Tagungsthema

BODENSCHUTZ UND SCHWEIZERISCHES UMWELTSCHUTZGESETZ
LA PROTECTION DU SOL ET LA LOI SUISSE SUR LA PROTECTION
DE L'ENVIRONNEMENT

Referate zum Thema	5 - 61
Jahresbericht des Präsidenten	62
Berichte der Arbeitsgruppen	64

Mai 1983

BODENKUNDLICHE GESELLSCHAFT DER SCHWEIZ

SOCIÉTÉ SUISSE DE PÉDOLOGIE

BULLETIN 7

1983

Referate der Jahrestagung vom

11. März 1983 in Lausanne

Schriftleitung: H. Sticher, Zürich

Juris Druck, Zürich

BODENKUNDLICHE GESELLSCHAFT DER SCHWEIZ
SOCIÉTÉ SUISSE DE PÉDOLOGIE

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

Vorstand / Comité 1983 - 1985

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

Vorsitzende der Arbeitsgruppen / Présidents des groupes de travail :

Klassifikation und Nomenklatur :	P. Lüscher, Birmensdorf
Körnung :	Ph. Rod, Nyon
Lysimeter :	F. Jäggli, Zürich-Reckenholz
Organische Substanz :	Ch. Gysi, Wädenswil
Bodenzoologie :	W. Matthey, Neuchâtel
Bodenschutz :	E.W. Alther, Flawil

BULLETIN BGS 7 (1983)

Inhalt

H. HAENI, S. GUPTA und A. SIEGENTHALER: Chemische Aspekte des qualitativen Bodenschutzes	5
F.X. STADELMANN, S.K. GUPTA und A. RUDAZ: Mikrobiologische Aspekte des qualitativen Bodenschutzes	12
J. POLOMSKI, H. OTERDOOM und S. EGLI: Wirkung von anthropogenem Fluor auf die mikrobielle Aktivität im Boden	20
J.A. GUTH: Untersuchungen zum Verhalten von Pflanzenschutzmitteln im Boden	26
J.-P. DUBOIS, D. DUBOIS et G. JELMINI: La prairie: Elément protecteur de la mise en culture des tourbes	34
J.A. NEYROUD: Les sols organiques menaces de Suisse	45
L. BARDET: Aspects juridiques de la protection du sol	51
E.W. ALTHER: Gesetzliche Verankerung von Massnahmen zum Schutze des Bodens aus quantitativer Sicht	54
Jahresbericht / Rapport d'Activité 1982/83 (H. Flühler)	62
Berichte der Arbeitsgruppen	
- Bodenklassifikation und Nomenklatur (P. Lüscher)	64
- Matière organique du sol (J.-A. Neyroud)	64
- Lysimeter (F. Jäggli)	65
- Schutz des Bodens (E.W. Alther)	65
- Zoologie du sol (W. Matthey)	66
- Körnung (A. Kaufmann)	67

Autorenverzeichnis

Alther, E.W.	54, 65
Bardet, L.	51
Dubois, D.	34
Dubois, J.-P.	34
Egli, S.	20
Flühler, H.	62
Gupta, S.K.	5, 12
Guth, J.A.	26
Häni, H.	5
Jäggli, F.	65
Jelmini, G.	34
Lüscher, P.	64
Matthey, W.	66
Neyroud, J.-A.	45, 64
Oterdoom, H.	20
Polonski, J.	20
Rudaz, A.	12
Siegenthaler, A.	5
Stadelmann, F.X.	12

CHEMISCHE ASPEKTE DES QUALITATIVEN BODENSCHUTZES

H. HÄNI, S. GUPTA UND A. SIEGENTHALER

1. EINLEITUNG

Es gilt, den Boden vor folgenden Belastungen zu schützen:

- mechanische:
 - nachteilige Veränderung der Bodenstruktur
- mikrobiologische:
 - nachteilige Veränderung der Population in quantitativer oder qualitativer Hinsicht
- chemische:
 - Anreicherung von Pflanzennährelementen bis zur Schädigung (bspw. Überdüngung mit Kalium)
 - nachteilige Veränderung des pH-Wertes
 - Anreicherung von Schadstoffen (aus Luft und Abfallstoffen)

2. C H E M I S C H E B O D E N B E L A S T U N G E N

2.1 Düngung und Überdüngung

- Handelsdünger
 - stehen bezüglich Bodenbelastung kaum im Vordergrund, sofern die Aufwandmenge grössenordnungsmässig dem Nährstoffentzug der Kulturen angepasst ist. Problematisch bezüglich Anreicherung unerwünschter Schadstoffe im Boden mögen gewisse Superphosphate sein, die je nach Herkunft nicht unbeträchtliche Mengen an Cadmium enthalten können (Poletschny 1981)
- Hof- und Abfalldünger
 - Probleme für Boden oder Gewässer können sich bei übermässiger oder unsachgemässer Anwendung ergeben (bspw. industrielle Tierhaltung). Mit folgenden Schriften wird versucht, möglichen negativen Auswirkungen zu begegnen:
 - (1) Düngungskonzept (Hasler und Hofer 1975).
 - (2) Wegleitung zu einer umweltgerechten Anwendung von Düngemitteln (1974). Daraus lassen sich Richtwerte für die "maximalen Tierzahlen" verschiedener Betriebsformen pro Hektare landwirtschaftlicher Nutzfläche ableiten.
 - (3) Wegleitung für den Gewässerschutz in der Landwirtschaft (1979).
 - Wichtig für einen qualitativen Bodenschutz sind hier die Grenzwerte für die Belastbarkeit des Bodens mit betriebseigenen und -fremden Hof-

düngern im Hinblick auf das Reinhalten der Gewässer.

- (4) Klärschlammverordnung (1981). Darin werden Grenzwerte für Schwermetalle im Klärschlamm und maximal zulässige Aufwandmengen (in Tonnen Klärschlamm-Trockensubstanz pro ha) festgelegt.

Obschon ein Teil der Wegleitungen sich ausschliesslich auf Gewässerschutz bezieht, wird ein konsequentes Befolgen in der landwirtschaftlichen Praxis auch das Risiko einer Belastung des Bodens stark vermindern und einen weitgehenden qualitativen Schutz des Bodens vor unerwünschten Einflüssen der Hofdüngung gewährleisten.

2.2 Nachteilige Veränderung des pH-Wertes

Für eine Bodenversauerung kommen folgende Ursachen in Frage:

- . Auswaschung
- . Saure Niederschläge
- . Nährstoffentzug durch die Pflanze (Calcium, Magnesium, Kalium)
- . sauer wirkende Dünger (bspw. Ammoniumsulfat)

Folgen einer Bodenversauerung sind:

- . Erhöhte Mobilität der Schwermetalle (Mn-Toxizität in stark sauren Böden)
- . Aluminiumtoxizität
- . Gehemmte Aufnahme von Phosphor, Magnesium und Molybdän.

Optimal für die Nährstoffversorgung der meisten Kulturpflanzen sind pH-Bereiche zwischen schwach sauer und neutral. Nach Hasler (1957) wiesen in den Jahren 1948-54 1/4 bis 1/3 der Bodenproben pH-Werte kleiner als 5,9 auf. Dieser Anteil ist gemäss Tabelle 1 bis 1980 stark zurückgegangen. Allerdings besteht bei offenem Ackerland und Kusntwiesen in der Periode 69-80 wieder eine Tendenz zu fallendem pH. Dies könnte u.a. auf höhere Entzüge an Kationen als Folge gesteigerter Erträge zurückzuführen sein. Bei Naturwiesen blieben die pH-Werte in der Zeitperiode 69-80 nahezu konstant. Demnach dürften die Auswirkungen saurer Niederschläge auf landwirtschaftlich genutzte Böden in der Schweiz dank guter Kalkversorgung und ständiger Zufuhr von Calcium und anderen Kationen durch die Düngung vorläufig kaum ins Gewicht fallen.

2.3 Anreicherung von Schadstoffen

Die Gefahr der Anreicherung von Schadstoffen im Boden besteht für Stoffe, die nicht oder nur schwer abbaubar sind. Unter diese Kategorie fallen Schwermetalle

(bezüglich Umweltbelastung stehen Cadmium, Zink, Kupfer und Nickel im Vordergrund) und gewisse organische Verbindungen. Wegen seiner besonderen Bedeutung im Zusammenhang mit der Aluminiumindustrie werden auch Wirkungen des Fluors auf den Boden erwähnt.

2.3.1 Schwermetalle

Das Verhalten eines Schwermetalls im Boden (Bildung löslicher Komplexe, Adsorption an organische und anorganische Bodenkolloide, Bildung schwerlöslicher Verbindungen, Einbau in Kristallstrukturen u.s.w.) bewirkt im wesentlichen seine Verfügbarkeit für eine bestimmte Pflanzenart (s. Figur 1, Häni und Gupta 1983). Besonders kritisch für den Konsumenten sind in diesem Zusammenhang Schwermetalle, deren zootoxische Schwelle bedeutend unter der phytotoxischen liegt. Dies trifft für Cadmium zu (Davis and Carlton-Smith 1980):

Phytotoxische Schwelle 8 ppm (bezogen auf Trockensubstanz)

Zootoxische Schwelle 1 ppm (bezogen auf Trockensubstanz)

Legt man also den nach Kloke (1980) im Boden als tolerierbar angenommenen Totalgehalt von 3 ppm zugrunde, wäre man gemäss Figur 1 nur für die Böden 3 und 4 (hohe Austauschkapazität, bzw. hoher pH-Wert) bezüglich Verwendung des Rairgrases als Futtermittel noch auf der sicheren Seite (<1 ppm in der Trockensubstanz), während in den zwei anderen Böden bereits 0,9 bzw. 1,5 ppm als maximale Cadmiumbelastung angesehen werden müssen.

Daten aus einer eigenen Untersuchung lassen vermuten, dass sich die Gehalte für Nickel, Kupfer, Zink, Blei und Cadmium in Schweizer Böden grösstenteils im Bereich normal bis leicht erhöht bewegen (Häni et al. 1981). Allerdings werden lokal als Folge von Belastungen aus verschiedenen Quellen (Luftemissionen, Abfallverwertung) Bodenwerte erreicht, die den tolerierbaren Gehalt um mehr als das Zweifache übersteigen (FAC unveröffentlichte Daten; FAC, FAW, RAC 1980; Furrer et al. 1980).

2.3.2 Fluor

Fluor gilt als Beispiel eines Schadstoffes, der sich im Boden nicht nur anreichert, sondern durch chemische Reaktionen den Boden auch verändert (Häni 1978). Wegen der Komplexbildung mit Aluminium und Eisen findet ein Angriff auf den Ton-Humus-Komplex statt, wodurch organische Bodensubstanz aufgelöst wird (s. Figur 2). Letzteres ist als besonders schwerwiegend anzusehen.

2.3.3 Organische Schadstoffe

Als schwer abbaubare und wenig wasserlösliche organisch-synthetische Substanzen gelten die polyaromatischen Kohlenwasserstoffe (PAH), polychlorierten Biphenyle (PCB), halogenierten aromatischen Verbindungen mit Sauerstoffatomen (Bsp. PCDD), aromatischen Amine und z.T. die Pestizide (Diercxsens 1982). Die Bodeneigenschaften, die die Pflanzenaufnahme organischer Schadstoffe beeinflussen, sind wenig bekannt, und es ist vor allem offen, ob bei der Aufnahme dieser Stoffe andere Bodenparameter bestimmend sind als bei den Schwermetallen. Besondere Aufmerksamkeit muss dabei der Entstehung von Metaboliten - die gewöhnlich eine bessere Wasserlöslichkeit als das Ausgangsprodukt besitzen - geschenkt werden, indem durch die bevorzugte Bildung dieser Metabolite in alkalischen Böden die Pflanzenaufnahme hier grösser sein könnte als in sauren Böden.

3. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Den äusserst komplexen Zusammenhängen der bodenchemischen Parameter und deren Zusammenwirken mit Pflanzen ist in vermehrten Forschungsanstrengungen die nötige Aufmerksamkeit zu schenken.

Der Boden als letzte Senke für Schadstoffe muss so weit als möglich vor Belastungen geschützt werden. Bodenrichtwerte für Schwermetalle und schwer abbaubare organische Schadstoffe sind zur Erreichung dieses Ziels ein gutes Mittel, indem diesen Richtwerten die Funktion zukommen muss, emissionsseitig (Erfassen der Quellen) verschärfend zu wirken.

Derartige Richtwerte sind für Böden besonders wichtig, indem hier eine Überbelastung zu irreversiblen Schäden führt. Nutzungsbeschränkungen oder überhaupt die Aufgabe der Nahrungs- und Futtermittelproduktion könnten die Folge sein.

Literatur

Davis, R.D. and Carlton-Smith, C. (1980): Crops as indicators of the significance of contamination of soil by heavy metals, TR 140, Stevenage Laboratory, Water Research Centre, 44p.

Diercxsens, Ph. (1982): Travail de recherche bibliographique sur les polluants organiques dans les boues d'épuration, Inst. du Génie de l'Environnement-Ecole Polytechnique Fédérale Lausanne.

FAC, FAW, RAC (1980): Schwermetallgehalte der Müll- und Müllklärschlamm-Komposte in der Schweiz: Beurteilung und Konsequenzen, vor allem für den Rebbau, Untersuchungsbericht, 38 S.

Furrer, O.J., Keller, P., Häni, H. und Gupta, S. (1980): Schadstoffgrenzwerte - Entstehung und Notwendigkeit, EAS-Seminar "Landw. Verwertung von Abwasserschlämmen", Basel.

Häni, H. (1978): Interactions by fluoride with a mineral soil containing illite and alterations of maize plants grown in this soil, Fluoride 11, 18-24.

Häni, H., Gupta, S. und Siegenthaler, A. (1981): Schwermetallgehalte einiger wenig belasteter typischer Böden der Schweiz, Landw. Forschung, Sonderheft 38, 314-323, Kongressband Trier.

Häni, H. und Gupta, S. (1983): EEC Concerted Action (COST), Working Group 5: Environmental Effect of Sludge; Second Report on the Standardized Cd-Pot Experiment, Internal Paper.

Hasler, A. (1957): Düngernormen in der Praxis und Ergebnisse der Bodenuntersuchung, 21, 592-98.

Hasler, A. und Hofer, H. (1975): Düngungslehre, Verlag Wirz AG, Aarau.

Hofer, H. (1973): Auswertung der Untersuchungsergebnisse von Bodenproben aus den Jahren 1969-1971, Mitt. für die Schweiz. Landw. 21, 1-14.

Kloke, A. (1980): Orientierungsdaten für tolerierbare Gesamtgehalte einiger Elemente in Kulturböden, Mitt. VDLUFA 1-3, 9-11.

Poletschny, H. (1981): Cadmiumgehalte von Boden und Pflanzen in einem langjährigen Phosphatformenversuch, Landw. Forschung, Sonderheft 38, Kongressband Trier.

Tabelle 1 Vergleich zwischen den pH-Werten der Jahre 1969-71 (Forschungsanstalt Reckenholz, Hofer 1973) und 1976-80 (Forschungsanstalt Liebefeld); Anteile in Prozenten der untersuchten Böden. (0 - 20 bzw. 10 cm)

pH-Wert (H_2O)	offenes 69-71	Ackerland 76-80	Kunstpflanzen 69-71	Naturwiesen 69-71	76-80
(Probezahl absolut)	(3451)	(16104)	(795)	(13341)	(13424)
< 5,3	1	1	2	6	2
stark sauer					
5,3 - 5,8	3	10	6	20	15
sauer					
5,9 - 6,7	24	50	33	46	54
schw. sauer					
6,8 - 7,2	30	17	30	19	19
neutral					
7,3 - 7,6	29	14	21	7	8
schw. alk.					
> 7,6	13	8	8	2	2
alkalisch					

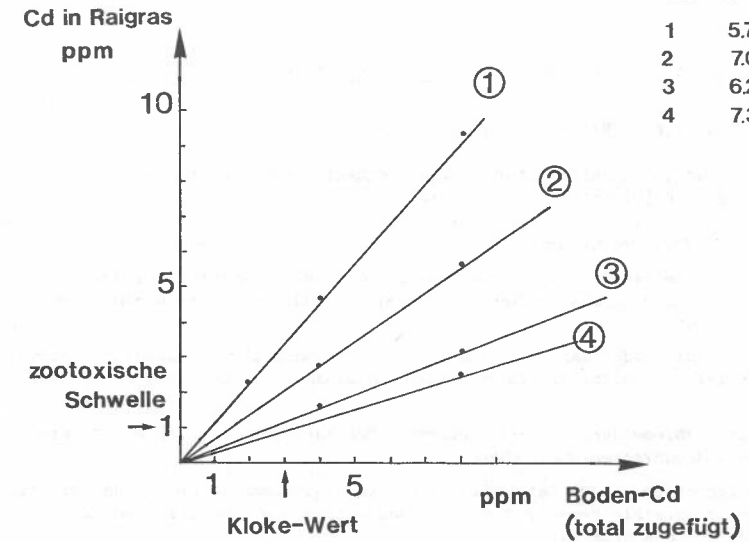


Fig. 1: Cd-Aufnahme von Raigras als Funktion des Bodengehaltes und der Bodeneigenschaften

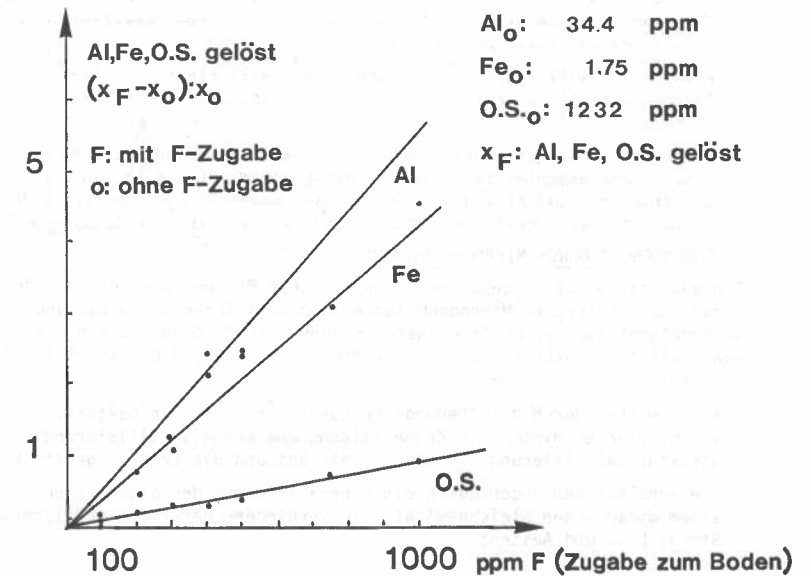


Fig. 2: Lösung von Fe, Al und organischer Substanz (O.S.) aus einem Boden als Folge verschiedener Fluoridzugaben

MIKROBIOLOGISCHE ASPEKTE DES QUALITATIVEN BODENSCHUTZES

F.X. STADELMANN, S.K. GUPTA und A. RUDAZ

Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrikulturchemie und Umwelthygiene,
3097 Liebefeld-Bern (Direktor Dr. E. Bovay)

ZUSAMMENFASSUNG (Mikrobiologische Aspekte des qualitativen Bodenschutzes)

Im Hinblick auf die langfristige Erhaltung und/oder Wiederherstellung der Bodengüte werden an Hand von praktischen Beispielen folgende drei mikrobiologische Aspekte besprochen:

1. Bodenschutz durch oder dank Mikroorganismen ("normale", vielfältige und ausgewogene Aktivität; Beispiele: Elimination von organischen Düngern, Fremd- und Schadstoffen)
2. Bodenschutzprobleme durch Mikroorganismen (Ueberaktivität; Beispiel: Mineralisierung von organischen Moorböden)
3. Bodenschutzprobleme durch Gefährdung der Mikroorganismen (gehemmte Aktivität; Beispiele: reversible Hemmung durch Nutzungsentzug von Böden, irreversible Hemmung durch Cd-Kontamination).

SUMMARY (Microbiological aspects of qualitative soil protection)

The following microbiological aspects which are very important in protecting, maintaining and restoring lasting soil fertility are discussed in three groups:

1. Protection of soils due to "normal" or "balanced" microbiological activities. For example: elimination of biodegradable organic fertilizers, extraneous substances and toxic pollutants.
2. Problems of soil protection created due to "overactivity" or "enhanced" microbiological activities. For example: mineralisation of organic soils (peat and mucks).
3. Problems of soil protection created due to "inhibited" microbiological activities. For example: reversible inhibition of activities could occur through withdrawal of land from agricultural use; on the other hand through contamination of heavy metals (Cd, Ni, Zn etc) irreversible inhibition may result.

1. BODENSCHUTZ DURCH MIKROORGANISMEN

Ein qualitativ guter, gesunder Boden ist ohne Präsenz und Leistung der Mikroorganismen undenkbar. Mikroorganismen sind seit jeher am Aufbau und an der Aufrechterhaltung eines fruchtbaren Bodens beteiligt und lassen viele mögliche qualitative Bodenschutzprobleme gar nicht auftreten, dies dank folgenden Leistungen:

- sie bewirken durch die "Lebendverbauung" mit Hilfe von bakteriellen Schleimen und pilzlichen Hyphen die Krümelbildung und Krümelstabilisierung, was zur Strukturstabilisierung des Bodens beiträgt und die Erosionsgefahr vermindert;
- sie erhalten den Boden durch die Mineralisierung der organischen Substanz in einem dynamischen Gleichgewicht, sie verhindern meterhohe Anreicherungen von Streu, Laub und Aesten;

- sie eliminieren bei Ueberdüngung des Bodens mit organischen Abfall- und Hofdüngern überschüssigen Kohlenstoff, Stickstoff und Wasserstoff (STADELMANN, 1982), damit der Boden weiterhin seinen physikalisch-chemischen Eigenschaften entspricht (Selbstregulationsfunktion); dabei können allerdings neue Umweltprobleme entstehen: Nitratanreicherung in Pflanzen, Nitratauswaschung, gasförmige Stickoxydverluste;
- sie eliminieren durch vielfältige antagonistische Mechanismen (Antibiose, Nahrungskonkpetition, Hyperparasitismus usw.) mikrobielle und tierische Pflanzen- und Tierparasiten (z.B. Nematoden, Salmonellen) oder halten diese zumindest in Schach;
- sie schützen den Boden vor einer unverantwortbaren Anreicherung mit organischen Schad- und Fremdstoffen (z.B. Pflanzenschutzmitteln, Medikamenten in Klärschlamm und Gülle), indem sie diese abbauen;
- sie können anorganische Schadstoffe, insbesondere Schwermetalle zumindest vorübergehend immobilisieren. In einem Labormodellversuch (Flüssigmedium) konnte gezeigt werden, dass während einer Phase starker Biomassebildung durch Bodenmikroorganismen eine Cd-Mobilisierung, bedingt durch den Abbau von organischer Substanz, stattfindet; mit dem Absterben eines Teils der Biomasse aber können beträchtliche Cd-Mengen gebunden werden (STADELMANN et al., 1983). Das gleiche Phänomen konnte auch in einem sauren, schwach humosen, sandigen Lehm Boden festgestellt werden (Abb. 1).

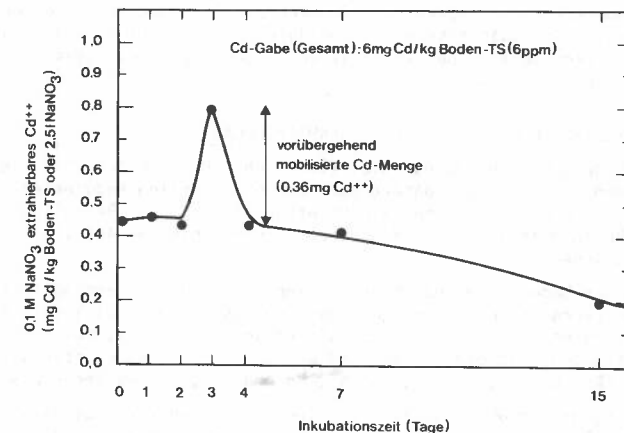


Abb. 1: Einfluss biochemischer Faktoren auf den verfügbaren Cd-Gehalt des Bodens von Steinhof (sL; pH 5,4; org. C 1,5%)

2. BODENSCHUTZPROBLEME DURCH MIKROORGANISMEN

Jeder Boden kann als ein ständiges Refugium für mikrobielle Krankheitserreger von Pflanzen, Tieren und Menschen betrachtet werden. Besonders für bakterielle und pilzliche Krankheitserreger von Pflanzen bietet der Boden häufig jahrelangen Ueberlebensschutz.

Die ständige Ackernutzung eines Bodens führt zu einer Verminderung des Humusgehaltes, weil die Bodenmikroorganismen bei einer solchen Wirtschaftsweise zur Deckung ihres Energie- und Nährstoffbedarfs mehr Dauerhumus abbauen, als gleichzeitig aus dem verminderten Nährhumusanfall gebildet werden kann. Der mikrobielle Humusabbau kann zu einer Verschlechterung des Luft- und Wasserhaushalts sowie zu einer Verminderung der Nährstoffreserven (insbesondere von N) des Bodens führen und die Schwermetallverfügbarkeit für die Pflanzen erhöhen, was einer Verminderung der Bodengüte gleichkommt. Der Anbau von ein- oder mehrjährigen Kunstwiesen innerhalb der Fruchtfolgen ist die beste Gewähr, dass es nicht zu einem unverantwortbaren Humusschwund kommt.

Die grössten durch die Mikroorganismen bewirkten Bodenschutzprobleme sind bei bodenmikrobieller Ueberaktivität festzustellen. Diese Ueberaktivität ist vorallem in den organischen Moorböden zu beobachten, wenn die Mikroorganismen geeignete physikalisch-chemische Bedingungen für den Abbau der organischen Substanz erhalten. Diese Bedingungen wurden z.B. im Grossen Moos und im Lüscherzmoos durch Absenken des Grundwasserspiegels anlässlich der zwei Juragewässerkorrekturen geschaffen. Die durch die bessere Sauerstoffversorgung verursachte starke Mineralisierung der organischen Substanz hat eine Moorabsackung von 1-2 cm/Jahr zur Folge (JAEGLI und JUHASZ, 1982). Aus Tab. 1 geht hervor, dass die mikrobiologische Aktivität (Katalaseaktivität) von hydromorphen, organischen Böden 3-4 mal so hoch wie bei einem schwach humosen, schwach sauren, sandigen Lehm Boden (Liebefeld, Parabraunerde) ist, und dass die mineralisierte N-Menge pro Zeiteinheit und Bodenmenge 2-4 mal und die abgebaute organische C-Menge 3-7 mal so viel beträgt (Verwendete bodenmikrobiologische Methoden: Vgl. STADELMANN, 1982). Dazu kommt, dass sich die Ueberaktivität nicht nur auf die oberste Bodenschicht, sondern bis hinunter zum Grundwasserspiegel erstreckt. Durch Anheben des Grundwasserspiegels und durch Dauergrünland kann in den organischen Böden eine mikrobielle Ueberaktivität verhindert resp. eine ausgeglichene Humusbilanz erreicht werden.

3. BODENSCHUTZPROBLEME DURCH GEFÄHRDUNG DER BODENMIKROORGANISMEN

Schad- und Fremdstoffe gefährden nicht nur die pflanzlichen Produzenten, die tierischen und menschlichen Konsumenten, sondern auch die mikrobiellen Reduzenten, insbesondere die Bodenmikroorganismen und ihre Umsetzungsleistungen. Beim Schutz von qualitativ gutem Boden gilt der Gefährdung der bodenmikrobiellen Aktivität besondere Beachtung zu schenken.

Eine Beeinträchtigung der Bodenmikroorganismen und ihrer Leistungen kann auftreten: bei Ueberbeanspruchung (Verdichtungen) und Ueberdüngung des Bodens, bei Nutzungsentzug (Bodenaufschüttung bei Aushub, H₂O- und Luftentzug) des Bodens, bei übermässiger Belastung des Bodens mit organischen und anorganischen Schadstoffen wie Fluor, Schwermetallen (Pb, Cr, Cd, Co, Cu, Mo, Ni, Hg und Zn), saurem Regen usw.

Nicht alle Bodenmikroorganismen und bodenmikrobiellen Leistungen sind aus der Sicht der Bodenfruchtbarkeit gleich bedeutsam. Besonders schützenswert und häufig gegenüber Schadstoffen empfindlich sind: die biologische N-Bindung (z.B. Rhizobium), die Mykorrhizapilze, die Nitrifikation (z.B. Nitrosomonas, Nitrobacter), das mikrobielle Artenspektrum (als Abbaupotential) sowie die Mineralisierung von organischem C, N, P und S.

Tabelle 1: Mikrobiologischer Vergleich von organischen Böden mit verschiedenartigen landwirtschaftlich genutzten Böden. Angabe der bodenmikrobiologischen Daten: relativ; Boden Liebefeld (schwach entwickelte Parabraunerde) = 100%

Herkunft	Liebefeld	Gampelen	Büren a.A.	Belpmoos	Châtagne	Châtagne	Lüscherzmoos	Grosses Moos
Bodennutzung	Wiese	Wiese	Wiese	Acker	Wiese	Wiese	Wiese	Wiese
Bodenschicht (cm)	0-10	0-10	0-10	0-20	0-20	0-20	0-10	0-10
Bodenart	SL	TS	tUL	T	SSL	tl	UL	SL
% Ton (< 2 µm)	16	6	38	61	21	45	15	19
% Schluff (2-50 µm)	29	13	59	34	46	41	57	33
% Sand (50-200 µm)	55	81	3	5	33	14	28	48
pH (H ₂ O)	6,3	7,8	7,8	6,7	7,5	6,2	7,2	7,2
org. C (%)	2,2	1,0	3,0	4,0	6,4	10,5	21,0	25,7
Kjeldahl-N (%)	0,244	0,097	0,341	0,527	0,658	1,030	1,47	1,55
C/N	9,0	10,3	8,8	7,6	9,7	10,1	14,3	16,5
Max. Wasserkapazität (%)	79	49	81	95	120	92	130	127
KAK (mäq/100 g)	21	7,4	28	45	54	58	124	60
C-Mineralisierung	100	123	298	181	404	442	707	603
Katalaseaktivität	100	73	201	154	210	184	339	375
Atk. Phosphataseaktivität	100	109	349	389	298	204	309	447
Aerobe Bakterien (Keimzahl)	100	71	110	388	n.b.	n.b.	110	167
N-Mineralisierung	100	36	129	134	362	257	300	305

n.b. = nicht bestimmt

Tabelle 2: Der Einfluss steigender Cd-Gaben auf bodenmikrobiologische Eigenschaften und Pflanzenertrag in einem Gefäßversuch. Boden: Steinhof (sl; pH 5,4; org. C 1,5%; KAK 8 mg/100 g).
Datenangabe: relativ (Kontrollen ohne Cd = 100%)

Pflanze	Mais						Tabak					
Verfahren	M0	M1	M2	M3	M4	M5	T0	T1	T2	T3	T4	T5
Cd-Gabe (mg/kg Boden)	0	3,6	7,3	14,6	29,1	58,2	0	6	9	13,6	20,2	30,7
Extrahierbares Cd mit 0,1 M NaNO ₃ (mg/kg Boden)	<0,12	0,29	0,61	1,31	2,79	6,36	<0,12	0,22	0,33	0,40	0,93	1,50
Pflanzenertrag (TS)	100	94	92	85*	78*	60*	100	92	88	60*	60*	24*
Aerobe Bakterien (Keim- zahl)	100	75	99	89	15*	21*	100	129	111	117	120	47*
Hefepilze (Keimzahl)	100	50	62	75	15*	15*	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Fadenpilze (Keimzahl)	100	84	103	94	76	87	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
C-Mineralisierung	100	101	95	80*	64*	61*	100	91	68*	70*	60*	46*
N-Mineralisierung	100	107	115	111	111	97	100	94	82	108	101	101
Nitrifikation	100	112	107	82	76*	41*	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Katalaseaktivität	100	94	102	104	102	102	100	95	102	116	92	84

n.b. = nicht bestimmt; * signifikant < bei Kontrolle (M0 oder T0) im W-Test (5% Niveau)

Die Beeinträchtigung der bodenmikrobiellen Aktivität kann grundsätzlich reversibel oder irreversibel sein. Reversible Schäden sind weniger gravierend als irreversible. Reversible Beeinträchtigungen, welche weniger als 50% ausmachen (Amplitude) und nicht länger als 60 Tage (Regenerationszeit) dauern, werden in der Regel als tolerabel betrachtet, da solche Beeinträchtigungen auch bei natürlichen Stressbedingungen (z.B. Hitze und Trockenheit im Sommer) auftreten (DOMSCH, 1980; AMMON und JAEGLI, 1981).

Unnatürliche reversible Störungen der bodenmikrobiellen Aktivität kommen häufig beim Einsatz von Pflanzenschutzmitteln (insbesondere bei Bakteriziden und Fungiziden, vgl. AMMON und JAEGLI, 1981), bei Bodenverdichtungen durch den Einsatz von schweren Maschinen, bei Überdüngung (vorübergehend reduzierende Eigenschaften im Boden) und bei Nutzungsentzug von Böden vor. Untersuchungen mit dem Liebefeldboden haben gezeigt, dass die mikrobiologische Aktivität (Katalaseaktivität) des Bodens 4-5 Jahre nach Nutzungsentzug (Liegenlassen des Oberbodens nach Aushub auf einer Deponie im Freien ohne Bepflanzung oder Austrocknenlassen unter Bedachung) um 60-70% abgenommen hatte (Abb. 2). Dieser Boden war aber wieder sehr schnell durch Wassergabe mit und ohne Bepflanzung reaktivierbar; nach 4 Monaten lag die Katalaseaktivität nur noch gut 30% unterhalb des für den Boden natürlichen Aktivitätsniveaus. Ein 15-jähriger Nutzungsentzug hatte eine 90%ige Aktivitätseinbusse zur Folge, aber auch ein solcher Boden war durch Wiederbefeuchtung reaktivierbar. Die Keimzahl aerober Bakterien, die nach 15-jährigem Nutzungsentzug des Bodens auf 3·10⁶/g Boden-TS gesunken war, hatte bereits einen Monat nach Wiederbefeuchtung das für diesen Boden übliche Niveau von 50·10⁶/g Boden-TS wieder erreicht.

Völlig unakzeptabel sind irreversible Hemmungen der bodenmikrobiellen Aktivität, auch wenn diese nur 10% betragen. Solche irreversible Störungen treten bei starken Schwermetallbelastungen auf. Untersuchungen mit dem Liebefeldboden (Abb. 3) und mit dem Steinhofboden (Tab. 2) haben gezeigt, dass die toxische Grenzkonzentration (No effect level) des Cd für gewisse biochemische Bodenprozesse (z.B. Bodenatmung) unterhalb einer mit 0,1 M NaNO₃ extrahierbaren Cd-Konzentration von 0,3 ppm liegt, was bei diesen Böden einer Gesamt-Konzentration von 6-10 ppm Cd entspricht (STADELMANN et al., 1983). Dieser Wert ist nicht weit vom provisorischen Richtwert von 3 ppm Cd entfernt (KLOKE, 1980). Zu Abb. 3 gilt es zu bemerken, dass die Bodenatmung bei Cd-Gaben von 10 und 200 ppm ab 65. Inkubationstag irreversibel gehemmt wurde. Zwischen dem 15. und 65. Inkubationstag war die Atmungshemmung nur scheinbar reversibel, da während jenes Zeitabschnittes bei Cd-Gaben von 10 und 200 ppm mehr leicht abbaubare organische Substanzen (durch Cd abgetötete Mikroorganismen und noch nicht abgebaute organische Verbindungen) vorhanden waren als bei der Kontrolle. Ebenso wurde festgestellt, dass Bakterien und Hefen gegenüber Cd empfindlicher sind als Fadenpilze, die C-Mineralisierung empfindlicher als die N-Mineralisierung (Ammonifikation), die Nitrifikation empfindlicher als die N-Mineralisierung (Tab. 2). Es zeigte sich, dass die mikrobiologische Wirkung des Cd und anderer Schwermetalle nicht von der Gesamt-, sondern von der biorelevanten C-Konzentration des Bodens, welche sich mit 0,1 M NaNO₃-Lösung gut charakterisieren lässt (GUPTA und HAENI, 1981), abhängt. Labormodelluntersuchungen haben ausserdem gezeigt, dass hohe Cd-Konzentrationen das Spektrum der Bodenbakterien und somit vermutlich auch das Potential zur Eliminierung von organischen Hilfs- und Fremdstoffen reduzieren (STADELMANN et al., 1983).

4. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Dank einer guten, "normalen", ausgewogenen bodenmikrobiologischen Aktivität sind in der Vergangenheit viele qualitative Bodenschutzprobleme gelöst worden und werden auch in Zukunft gelöst werden, wenn für ein gesundes Bodenleben gesorgt wird.

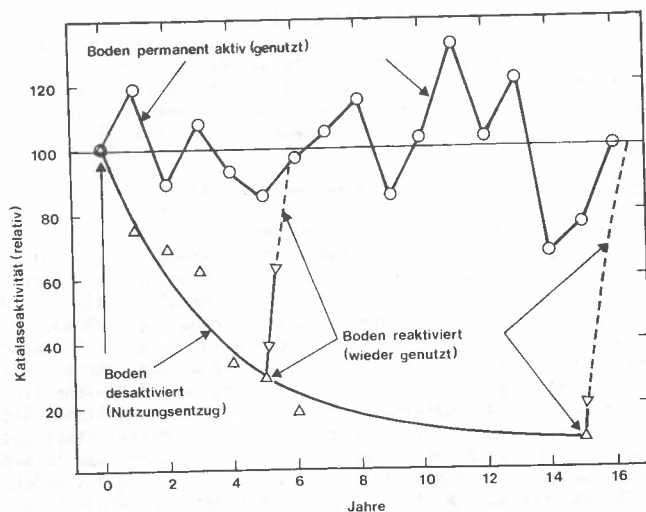


Abb. 2: Reversible Beeinträchtigung der mikrobiologischen Aktivität des Bodens von Liebefeld (sL; pH 6,4; org. C 1,75%) durch Nutzungsentzug.

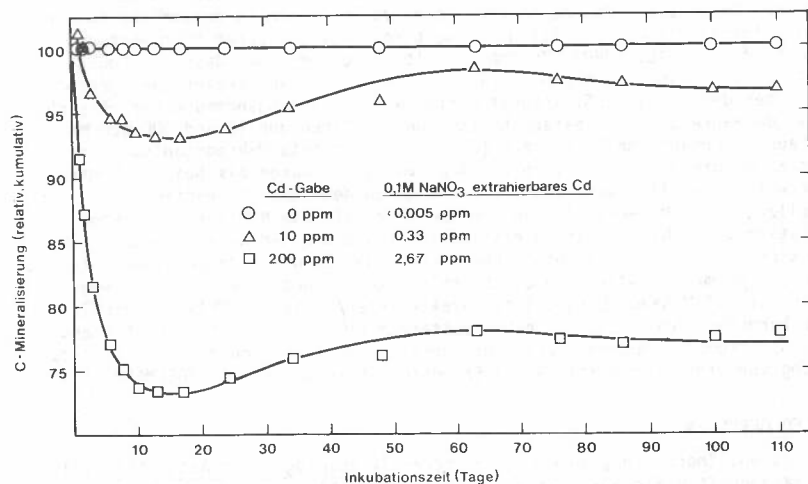


Abb. 3: Irreversible Beeinträchtigung der mikrobiologischen Aktivität (Bodenatmung) des Bodens von Liebefeld (sL; pH 5,4; org. C 1,65%) durch Cadmiumkontamination. Extrahierbares Cd bei Versuchsende gemessen.

Bodenschutzprobleme treten zumindest langfristig bei mikrobieller Ueberaktivität auf. Die häufig vertretene Meinung, dass ein Boden qualitativ umso besser sei, je grösser seine Biomasse und je höher seine bodenmikrobiologische Aktivität, muss heute teilweise als unrichtig bezeichnet werden. Eine Ueberaktivität bedeutet Raubbau an der organischen Substanz des Bodens und gefährdet langfristig die Bodengüte. Anzustreben ist eine den physikalisch-chemischen Bedingungen des Bodens entsprechende "normale", ausgeglichene Aktivität, welche den Humusgehalt nicht wesentlich erniedrigt.

Ausgesprochen gefährlich sind die irreversible Beeinträchtigung relevanter biochemischer Bodenprozesse und die irreversible Eliminierung eines breiten Spektrums von Bodenmikroorganismen durch Schwermetalle und andere Schadstoffe, mit andern Worten eine gehemmte Aktivität oder Unteraktivität, wobei deren Niveau von den physikalisch-chemischen Eigenschaften des betrachteten Bodens abhängt.

Weil durch emissions- und immissionsseitige Beschränkungen allein die unverantwortbare Akkumulation von Schadstoffen im Boden nicht sicher verhindert werden kann, sind zum langfristigen Schutz der Bodengüte Interventions- und Höchstwerte für Schwermetalle und andere Schadstoffe im Boden vorzusehen. Bei der Festlegung solcher Bodengrenzwerte sind die Wirkungen dieser Schadstoffe auf die Bodenmikroorganismen und ihre relevanten Leistungen unbedingt mitzubedenken.

DANK

E. Fuhrmann, S. Geering, M. Gertsch, F. Schär und C. Stöckli danken wir bestens für die biochemischen Analysen und M. Böhlen für die Reinschrift des Manuskripts.

LITERATUR

- AMMON, H.U. und JAEGGI, W. (1981): Erfassung von Herbizid-Nebenwirkungen auf Bodenmikroorganismen mit Screening-Tests als Grundlage zur Abschätzung des Umwelt-risikos. Proc. EWRS Symp. Theory and Practice of the Use of Soil Applied Herbicides, 111-119.
- DOMSCH, K.H. (1980): Interpretation and evaluation of data. In: GREAVES, M.P. POOLE, N. J., DOMSCH, K.H., JAGNOW, G. and VERSTRAETE, W. (1980): Recommended tests for assessing the side-effects of pesticides on the soil microflora. Technical Report Agricultural Research Council Weed Research Organization, 59, 15 pp.
- GUPTA, S. and HAENI, H. (1981): Easily extractable Cd-content of a soil-its extraction, its relationship with the growth and root characteristics of test plants, and its effect on some of the soil microbiological parameters. Proceedings of 2nd European Symposium, Vienna, 21-23 Oct. 1980 on: "Characterization, Treatment and Use of Sewage Sludge". Published by D. Reidel Co., Dordrecht, NL, 665-676.
- JAEGGI, F. und JUHASZ, P. (1982): Verlauf und Grösse der Moorsackung im Berner Seeland. Schweiz. Landw. Fo. 21 (3/4), 281-291.
- KLOKE, A. (1980): Richtwerte '80: Orientierungsdaten für tolerierbare Gesamtgehalte einiger Elemente in Kulturböden. Mitt. VDLUVA, H. 1-3, 9-11.
- STADELMANN, F.X. (1982): Die Wirkung steigender Gaben von Klärschlamm und Schweinegülle in Feldversuchen. II. Auswirkungen auf Population und Aktivität von Bodenmikroorganismen. Schweiz. Landw. Fo. 21 (3/4), 239-259.
- STADELMANN, F.X., GUPTA, S.K., RUDAZ, A. und STOECKLI-WALTER, C. (1983): Wechselbeziehungen zwischen Bodenmikroorganismen und Cadmium in Labor- und Gefässversuchen. Landwirtsch. Forsch., Sonderh. 39, 384-393 (Kongressband 1982).

Janina Polomski, Harm Oterdoom und Simon Egli

Wirkung von anthropogenem Fluor auf die mikrobielle Aktivität im Boden

1. Einleitung und Problemstellung

Die gegenwärtigen Fluoremissionen im Kanton Wallis liegen heute unter den im Jahre 1978 festgesetzten Grenzwerten. Die jahrzehntelange Belastung des Ökosystems hinterliess jedoch Spuren. Die Anreicherung von Fluor ist eindeutig von der Entfernung zur Aluminiumhütte abhängig (Ferlin et al., 1982, Polomski et al., 1982a). Der Gehalt an "austauschbarem" Aluminium (NH_4 -extrahierbar) verändert sich gleichsinnig (Tab.1). Ob die erhöhten Mengen an leicht extrahierbarem Al als Bestandteil der staubförmigen Luftverunreinigungen eingetragen wurden oder ob bodenbürtiges Al durch F solubilisiert wurde, ist nicht geklärt.

Tab. 1

Fluor- und Aluminiumgehalte im Boden in zunehmender Entfernung vom Aluminium-Werk in Chippis (Probenahme 0 - 10 cm, im Juni 1982)

Distanz zum Werk (km)	F-Gehalt (wasserlöslich) ($\mu\text{g.g}^{-1}$)	Al-Gehalt (NH_4 -extrahierbar) ($\mu\text{g.g}^{-1}$)
0.5	272.0	99.9
0.8	200.0	50.3
1.8	37.6	29.3
3.4	28.8	37.1
7.0	4.8	17.4
8.8	10.7	0.0

Die langfristigen ökologischen Auswirkungen der erhöhten Gehalte an F und Al im Boden sind unbekannt. In der vorliegenden Arbeit wurden anhand von Labor- und Feldversuchen Veränderungen biologischer Reaktionen geprüft.

2. Material und Methoden

Folgende biologische Bodeneigenschaften wurden zur Charakterisierung der F- und Al-Toxizität bestimmt:

- Dehydrogenase = Aktivität (Thalmann, 1968)
- CO_2 -Abgabe (Isermeyer, 1952, modifiziert durch Jäggi, 1976)
- Wachstum von ausgewählten Mykorrhizapilzen (Griffin, 1981)
- Populationsdichte (Dilution Tube Method) an Bakterien (Litchfield et al., 1975)
- sporenbildenden Bakterien (Standard-I-Bouillon-Merck)

Actinomyceten (Glycero-Propionat-Casein-Agar)
Pilzen (Marx, 1969, mit Bakterizid-Chloramphenicol)
Algen (Dickscheit, 1969)

2.1 Künstliche Kontamination von Bodenproben

Proben aus dem Humushorizont des fluorbelasteten Standortes, 0.5 km von der Aluminiumhütte entfernt (Tab. 1), und Proben des kontaminierten Standardbodens LIEBEFELD wurden im Laboratorium mit Lösungen benetzt, welche steigende Mengen an F und Cl, zugegeben als Na- und Al-Salze enthielten (0, 3, 15 μM bzw. Cl.g^{-1}). Die Proben wurden während 42 bzw. 60 Tagen bei 25° C inkubiert. Anschliessend wurden die enzymatische Aktivität und die Gesamtkeimzahl ermittelt.

Wird eine F-haltige Lösung lediglich auf die Probe aufgetropft, dann werden 90 % der Fluormenge in der oberflächennahen Schicht adsorbiert. Deshalb sollte auf eine vollständige Durchmischung der Proben nach Zugabe der Lösung geachtet werden.

Pilzwachstum

Zwei Mykorrhizapilze *Suillus luteus* (L. ex. Fr.) S. F. Gray, Butterpilz und *Pisolithus tinctorius* (Mich. ex. Pers.), Erbsenstreuling, wurden in Schüttelkulturen bzw. auf festen Agarböden (Marx, 1969, modifiziert durch R. Amiet, mündliche Mitteilung*) kultiviert und dem Einfluss von NaF-Lösungen ausgesetzt.

2.2 Bestimmungen an feldfrischen Proben

In zunehmender Entfernung (Tab. 1) vom Aluminiumwerk in CHIPPIS wurden aus der Tiefe 0 - 15 cm Bodenproben entnommen und die erwähnten Bodeneigenschaften bestimmt.

Im Rahmen eines Testversuches wurde der Einfluss verschiedener Lagerungsmethoden auf die Stabilität der Enzyme geprüft. Eine längere Lagerung lufttrockener Proben erwies sich für die Bestimmung der Dehydrogenase-Aktivität als ungeeignet. Feldfrische und bei -17° C gefrorene Proben zeigten diesbezüglich keine Unterschiede. Die Lagerung bei -17° C reduzierte die Bodenatmung, bezogen auf die entsprechenden Werte bei Trockenlagerung um 90 %.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Künstliche Kontamination von Bodenproben (Laboratorium)

Die Bodenatmung sowie die Dehydrogenase-Aktivität war in den CHIPPIS-Proben um 40 bis 50 % geringer als in den LIEBEFELD-Proben.

* Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen,
8903 Birmensdorf, Schweiz

Die Mikroorganismen der beiden Bodenmaterialien reagierten auf die F- und Cl-Zugaben sehr verschieden. In den CHIPPIS-Proben wurde die Bodenatmung durch F unabhängig von der Inkubationszeit stimuliert, durch Cl hingegen gehemmt (Abb. 1). Die Dehydrogenase-Aktivität nahm jedoch bei beiden Behandlungen ab (nicht abgebildet).

Infolge F-Zugabe hat die Populationsdichte der Sporenbildner in diesem Bodenmaterial abgenommen.

In den LIEBEFELD-Proben reduzierte die Zugabe von F und Cl unabhängig von Konzentration und Zusammensetzung die beiden Messgrößen, wenn auch viel weniger deutlich als im obigen Fall.

3.2 Pilzwachstum

Das Wachstum von *S. luteus* wurde erst bei F-Zugabe über $0.4 \mu\text{MF} \cdot \text{ml}^{-1}$ Nährlösung deutlich gehemmt (Abb. 2). *P. tinctorius* reagierte weniger empfindlich; eine vergleichbare Abnahme des Wachstums trat erst bei $F > 0.7 \mu\text{MF} \cdot \text{ml}^{-1}$ auf.

3.3 Bestimmungen an feldfrischen Proben

Eine erhöhte Dichte an sporenbildenden Bakterien ist ein Hinweis auf eine stressbedingte Reaktion (Beck 1968). An fabriknahen Standorten war die Population der Sporenbildner erhöht, jene anderer Mikroorganismen zeigten keine Unterschiede. An den wenig fluorbelasteten Standorten besteht zwischen Dehydrogenase-Aktivität und Bodenatmung einerseits und zwischen dem Gehalt an organischem Kohlenstoff und Austauschkapazität (CEC) eine $r = 0.99$ Korrelation. Die entsprechenden Werte der beiden fabriknächsten Standorte weichen von dieser linearen Beziehung ab (Abb. 3). Es ist nicht auszuschließen, dass dies auf die erhöhten Gehalte an F und Al zurückzuführen ist.

Die Böden der Probenstandorte sind sehr verschieden. Bodenbedingte Effekte überlagern eine mögliche Distanzabhängigkeit, erschweren somit den Nachweis allfälliger Zusammenhänge zwischen den untersuchten Bodenreaktionen und den distanzabhängigen Gehalten an F und Al.

Allerdings zeigte die Dehydrogenase-Aktivität und die Bodenatmung einen steigenden Trend mit zunehmender Entfernung von der Emissionsquelle (Abb. 4). Dies ist bestenfalls ein Hinweis auf eine mögliche immissionsbedingte Störung des mikrobiologischen Gleichgewichts.

Zusammenfassung

Die stimulierende Wirkung von zusätzlichen F-Zugaben zu den seit mehr als 70 Jahren durch Fluor belasteten Böden, deutet auf eine Anpassungsreaktion der Bodenmikroflora hin. Es ist nicht auszuschließen, dass die Störung des biologischen Gleichgewichtes zu einer Veränderung bzw. Verarmung der mikrobiellen Zusammensetzung führte und trotz anfänglicher Steigerung der Dehydrogenase-Aktivität und der Bodenatmung eine Senkung der potentiellen biologischen Bodenleistung zur Folge hatte.

Die nach der "Dilution Tube Method" ermittelte Aufteilung der Mikroorganismen in funktionelle Gruppen zeigte keine Unterschiede, weder in den Laborversuchen noch in den Proben der einzelnen Standorte im Freiland. Es wäre zu prüfen, ob eine genauere Methode zur Bestimmung der mikrobiellen Zusammensetzung ein differenzierteres Bild ergäbe.

Literatur

- Beck, T., 1968: Mikrobiologie des Bodens. Bayerischer Landwirtschaftsverlag. München, S. 452.
- Dickscheit, R., 1969: Handbuch der mikrobiologischen Laboratoriumstechnik, Steinkopff, ed, Dresden.
- Ferlin, P., Flühler, H., Janina Polomski, 1982: Immissionsbedingte Fluorbelastung eines Föhrenstandortes im Unteren Pfynwald. Schweiz.Z.f.Forstw., 2:139-157.
- Griffin, D.H., 1981: Fungal Physiology. John Wiley and Sons. New York, S. 310.
- Isermeyer, H., 1952: Z. Pflanzenernähr.Düng. und Bodenk. 44:29.
- Jäggi, W., 1976: Die Bestimmung der CO_2 -Bildung als Mass der bodenbiologischen Aktivität. Schweiz. Land. Forschung. 15:371-380.
- Litchfield, C. D., Rake, J. B., Zindulis, J., Watanabe, R.T., Stein, D. J., 1975: Optimization of procedures for the recovery of heterotrophic bacteria from marine sediments. Microbial Ecology. 1:219-253.
- Marx, D., 1969: The influence of ectotrophic mycorrhizal fungi on the resistance of pine roots to pathogenic infection. Part. I. Phytopathology, 2:153-163.
- Polomski, Janina, Flühler, H., Blaser, P., 1982a: Accumulation of airborne fluoride in soils. J. of Environ. Qual. 3:457-461.
- Thalmann, A., 1968: Zur Methodik der Bestimmung der Dehydrogenase-Aktivität im Boden mittels Triphenyltetrazoliumchlorid (TTC). Land. Forschung. 21:249-258.

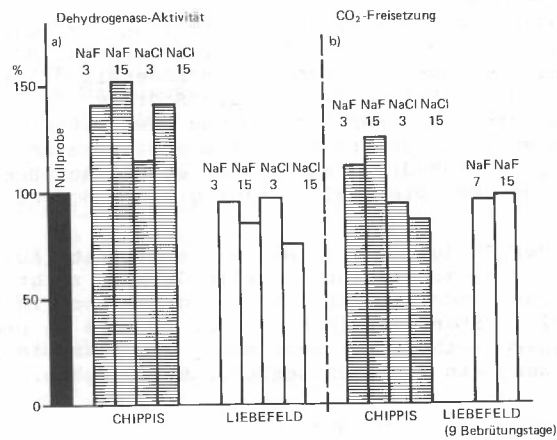


Abb. 1a, b
Wirkung steigender Gaben von F und Cl (3 und $15 \mu\text{M} \cdot \text{g}^{-1}$) auf Dehydrogenase-Aktivität (a) und CO₂-Abgabe (b) im F-kontaminierten Boden CHIPPIS und im Standardboden LIEBEFELD, ausgedrückt in % (Nullprobe = 100 %). Messung nach 20-tägiger Inkubation bei 25 °C

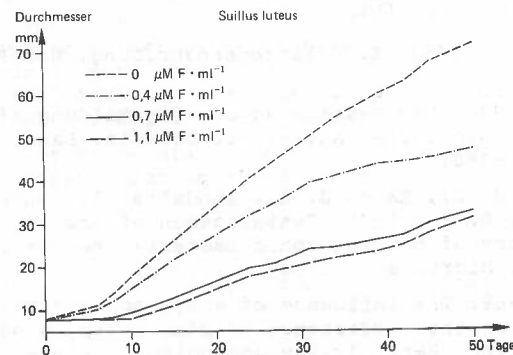


Abb. 2
Wachstum eines Mycorrhizapilzes in Abhängigkeit von F-Konzentrationen, zugegeben als NaF-Salz zu den Agarnährböden

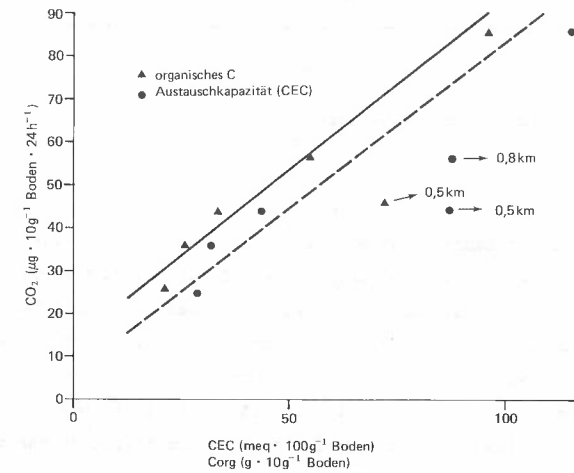


Abb. 3
Beziehung zwischen CO₂-Abgabe, Gehalt an organischem Kohlenstoff und Austauschkapazität (CEC) an den untersuchten Standorten

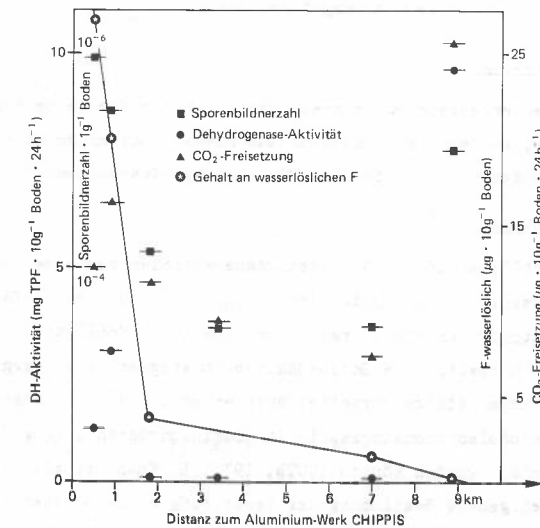


Abb. 4
Dehydrogenase-Aktivität, CO₂-Abgabe sowie Anzahl der sporenbildenden Bakterien, gemessen im Boden in zunehmender Entfernung von der F-Emissionsquelle

UNTERSUCHUNGEN ZUM VERHALTEN VON PFLANZENSCHUTZMITTELN IM BODEN

JOHANN A. GUTH

CIBA-GEIGY AG, Division Agro, 4002 Basel

1. EINLEITUNG

Das Verhalten eines Pflanzenschutzmittels in der Umwelt und speziell im Boden wird durch eine Anzahl verschiedener Prozesse beeinflusst. Man unterscheidet dabei zwischen Abbauprozessen, die mikrobieller, chemischer oder photochemischer Natur sein können, und Verteilungs- oder Dispersionsprozessen, wie Adsorption-Desorption, Verflüchtigung und Mobilität im Boden. Die Bedeutung jedes dieser Einzelprozesse für das Verhalten eines bestimmten Pflanzenschutzmittels im Boden lässt sich natürlich nicht unter Praxisbedingungen im Freiland ermitteln, da man dabei jeweils die Summe aller Einflüsse erfasst. Man versucht deshalb zunächst, diese Information durch Modellversuche unter kontrollierten Laborbedingungen zu erhalten und führt erst nach Vorliegen kritischer Laborbefunde gezielte Feldversuche durch. Die vorliegende Arbeit befasst sich mit Untersuchungen über zwei der wichtigsten Prozesse, Mobilität und Abbau von Pflanzenschutzmitteln im Boden, und beschreibt das Prinzip der stufenweisen Prüfungen, die von der Industrie vor der Inverkehrsetzung von neuen Pflanzenschutzmitteln durchgeführt werden.

2. MOBILITÄT (LEACHING)

Die Mobilität eines Pflanzenschutzmittels ist nicht nur für seine biologische Wirkung von Bedeutung, sondern bestimmt auch das Ausmass seiner Penetration in tiefere Bodenschichten und damit sein Potential für eine Grundwasserkontamination.

2.1 Laboruntersuchungen

Zur Messung der Mobilität können 3 verschiedene Methoden verwendet werden. Es sind dies die Bodendünnschicht-, die Bodendickschicht- sowie die Boden-Säulenchromatographie. Alle 3 Methoden ergeben vergleichbare relative Mobilitäten für eine Reihe von Substanzen, doch besitzt die Boden-Säulenchromatographie im Vergleich zu den beiden anderen Methoden einige Vorteile (GUTH et al., 1976). In unseren Laboratorien wird bevorzugt die Säulenchromatographie in Aluminiumrohren durchgeführt, die in 2 cm-Schichten zerlegt werden können (GUTH, 1972; BURKHARD et al., 1975). Dies erlaubt eine ziemlich genaue Bestimmung der Verteilung einer Substanz in einer Bodensäule. Da die Verteilungsmaxime nicht immer genau bestimmbar sind, wird als Mass

für die Mobilität einer Substanz seine maximale Penetrationstiefe oder Leaching-Distanz (in cm) verwendet. Um Ergebnisse aus verschiedenen Experimenten miteinander vergleichen zu können, wird eine Referenzsubstanz - in unserem Falle Monuron als mässig mobile Substanz - unter gleichen Versuchsbedingungen mitgeprüft und ein relativer Mobilitätsfaktor (RMF) errechnet, der definiert ist als

$$RMF = \frac{\text{Leaching-Distanz eines Pflanzenschutzmittels}}{\text{Leaching-Distanz von Monuron}}$$

In Tabelle 1 sind RMF-Werte für eine Reihe von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen zusammengestellt. Diese Mobilitätsfaktoren stellen Durchschnittswerte dar, die in mindestens 3 verschiedenen Schweizer Böden ermittelt wurden, und erlauben eine Einteilung von Substanzen in Mobilitätsklassen wie in Tabelle 1 gezeigt.

Tabelle 1 Mobilitätsfaktoren (RMF) und Mobilitätsklassen für einige Pflanzenschutzmittelwirkstoffe

RMF-Bereich	Substanz (RMF)	Mobilitätsklasse
<0.15	Fluorodifen (<0.10), Parathion (<0.10)	immobil
0.15 - 0.8	Profenophos(0.18), TILT (0.23) Diazinon (0.28), Diuron (0.38) Terbuthylazin (0.52), Methidathion (0.56) Prometryn (0.59), Propazin (0.64) Alachlor (0.66), Metolachlor (0.68)	wenig mobil
0.8 - 1.3	Monuron (1.00), Atrazin (1.03) Simazin (1.04), Fluometuron (1.18)	mässig mobil
1.3 - 2.5	Prometon (1.67), Cyanazin (1.85) Bromacil (1.91), Karbutilat (1.98)	leicht mobil
2.5 - 5.0	Dioxacarb (4.33)	mobil
>5.0	Monocrotophos (>5.0), Dicrotophos (>5.0)	sehr mobil

Physikalisch-chemische Eigenschaften, wie Oktanol-Wasser-Verteilungskoeffizient und Adsorptionskonstante, können ohne zusätzlichen, experimentellen Aufwand zur Voraussage der Mobilität einer Substanz verwendet werden. Der Verteilungskoeffizient P_{ow} erlaubt eine ziemlich gute Abschätzung der RMF-Werte (siehe Abbildung 1) bereits auf einer sehr frühen Entwicklungsstufe eines neuen Wirkstoffs. Präzisere Angaben über die Mobilität im Boden kann man bei Kenntnis der Adsorptionskonstanten einer Substanz

machen (GUTH, 1972). Dies macht Abbildung 2 deutlich durch die gute Korrelation von RMF und der Adsorptionskonstante Q ($= K_{OM}$ in μg adsorbierte Substanz pro g Hummus).

Neben der Wirkstoffmobilität benötigt man aber auch Kenntnisse über die Mobilität von Abbauprodukten im Boden. Dazu führt man Leachingversuche mit gealterten Rückständen eines Pflanzenschutzmittels durch. Zunächst wird dabei ^{14}C -markierter Wirkstoff solange im Boden inkubiert (wie später im Abschnitt 3 beschrieben), bis er zu ca. 50 bis 75 % abgebaut ist und sich demzufolge genügend Abbauprodukte gebildet haben. Der so gealterte Bodenrückstand wird auf die unbehandelte Oberfläche einer Bodensäule appliziert und nach künstlicher Beregnung wird die Verteilung in bzw. Eluierbarkeit der Radioaktivität aus der Säule gemessen. Treten signifikante Mengen an ^{14}C -Aktivität im Säuleneluat auf, wird versucht die Substanz(en) zu identifizieren. Danach lassen sich auch Abbauprodukte nach den Kriterien in Tabelle 1 einer bestimmten Mobilitätsklasse zuordnen.

2.2 Freilandversuche

Pflanzenschutzmittel, deren Wirkstoff und/oder Abbauprodukte auf Grund von Laborversuchen als leicht bis sehr mobil (siehe Tabelle 1) klassifiziert wurden und eine gewisse Stabilität im Boden erkennen lassen, werden zusätzlich unter Praxisbedingungen im Freiland geprüft. Solche Freiland-Leachingversuche werden in der Regel mit Abbaustudien kombiniert. Dazu werden Feldparzellen entsprechend den Anwendungsempfehlungen mit dem zu prüfenden Pflanzenschutzmittel behandelt und in bestimmten Zeitintervallen werden Bodenproben mit einem speziellen Bohrgerät (HOERMANN et al., 1973) aus verschiedenen Tiefen entnommen, die dann im Labor auf Rückstände analysiert werden. Während des gesamten Versuchs werden die meteorologischen Bedingungen, wie Niederschläge, Lufttemperatur, etc. laufend registriert. Ganz allgemein kann man sagen, dass die Mobilität von Pflanzenschutzmitteln im Feld - bedingt durch Abbaueffekte und häufige Änderungen des Wasserflusses im Boden - im Vergleich zu den Laborverhältnissen beträchtlich reduziert ist (GUTH et al., 1976). Es wurde gezeigt, dass beispielsweise sogar eine extrem mobile Substanz wie Trichlorbenzoesäure nur in geringen Mengen in tiefere Bodenschichten transportiert wird (HAMAKER, 1975).

Lysimeter sind andere nützliche Alternativen zur Prüfung der Mobilität unter Freilandbedingungen (FUEHR et al., 1975; JARCZYK, 1978). Doch ist dabei darauf zu achten, dass unzerstörte Bodenprofile (Monolithe) zum Einsatz kommen. Geschüttete Lysimeter entsprechen auch Jahrzehnte nach ihrer Installation nicht einem natürlich gewachsenem Bodenprofil.

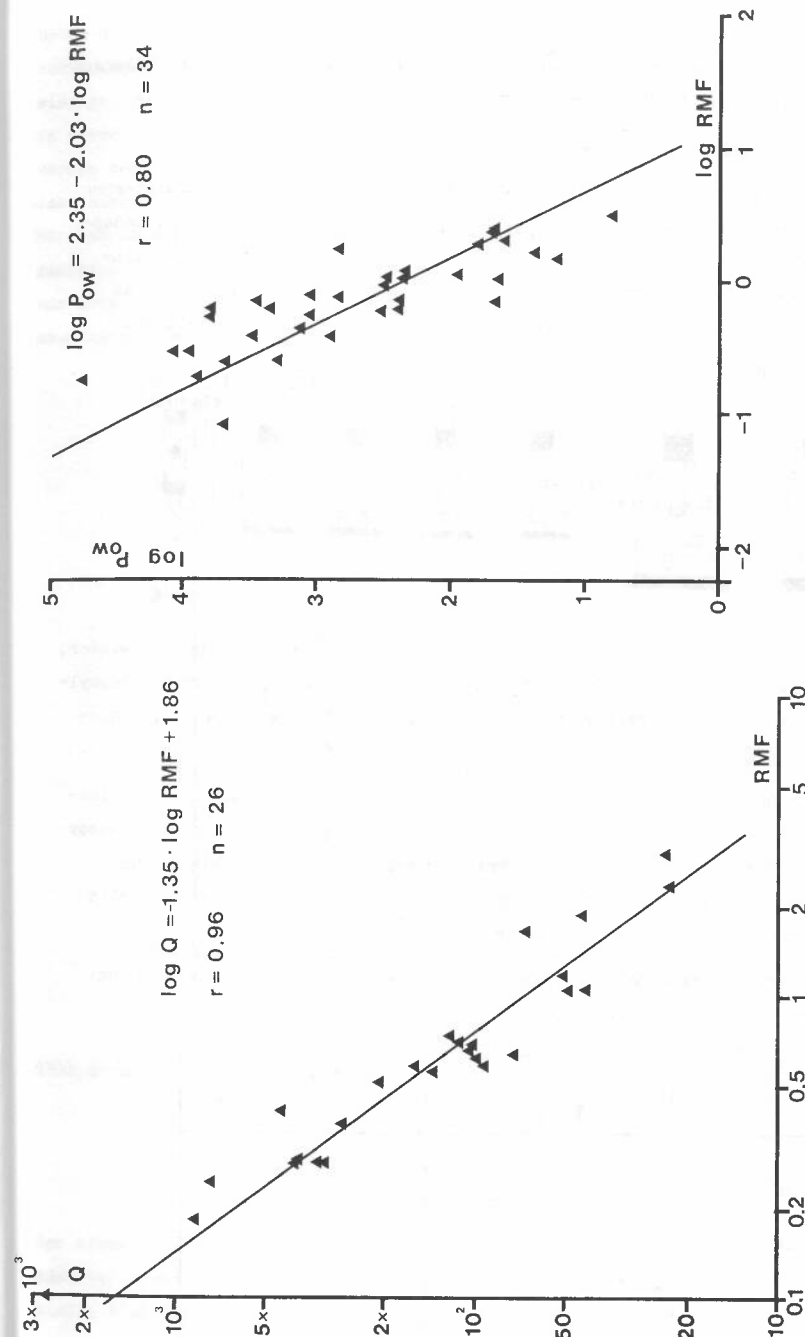


Abbildung 2 Korrelation zwischen Adsorptionskonstante Q und Relativem Mobilitäts-Faktor RMF von 26 Substanzen

Abbildung 1 Korrelation zwischen Oktanol-Wasser-Verteilungskoeffizient P_{OW} und Relativem Mobilitäts-Faktor RMF von 34 Substanzen.

3. ABBAU IM BODEN

Abbaustudien im Boden werden durchgeführt, um die Abbaugeschwindigkeit eines Pflanzenschutzmittels sowie Natur und Menge seiner Abbauprodukte zu ermitteln.

3.1 Laboruntersuchungen

Modellsysteme, in denen der Abbau im Boden unter kontrollierten und standardisierten Bedingungen verfolgt werden kann, umfassen Biometerkolben, Durchflusssysteme, Boden-Perfusionsapparate und sogenannte integrierte Systeme. Vor- und Nachteile der einzelnen Systeme sind bereits an anderer Stelle diskutiert worden (GUTH, 1981). Das in unseren Laboratorien verwendete Durchflusssystem ist in Abbildung 3 dargestellt.

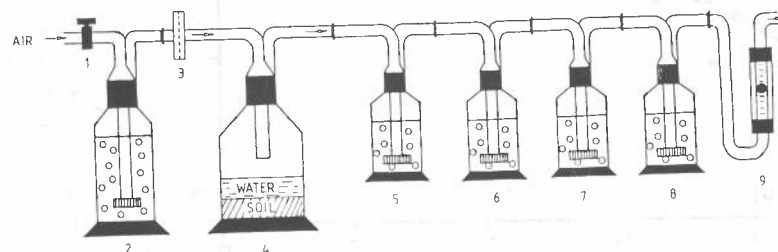


Abbildung 3 Bodenmetabolismusapparatur. 1 Nadelventil, 2 Gaswaschflasche mit Wasser, 3 Ultramembran (nur für Sterilversuche), 4 Metabolismusgefäß, 5 Aethylcellosolv-Falle, 6 Schwefelsäure-Falle, 7,8 Natronlauge-Fallen, 9 Gasdurchflussmesser.

Viele Abbaureaktionen von Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffen im Boden lassen sich kinetisch als Reaktion erster Ordnung beschreiben. Abbaugeschwindigkeiten werden im Labor in der Regel in 5-7 verschiedenen Böden bestimmt. Als charakteristische Grösse zur Charakterisierung der Stabilität verwendet man die Halbwertszeit. Tabelle 2 enthält Halbwertszeiten für einige Insektizide und Herbizide.

Tabelle 2 Halbwertszeiten (Tage) einiger Pflanzenschutzmittel in 2 sandigen Lehm-böden, ermittelt im Labor bei $22 \pm 2^\circ\text{C}$.

Substanz	Boden 1 1 % org. C	Boden 2 2.2 % org. C
Diazinon	29	28
Methidathion	64	14
Dioxacarb	28	2
Metobromuron	30	28
Simazin	60	85
Atrazin	53	110
Methoxychlor	150	210

Neben den Wirkstoffdaten werden aber auch Informationen über Bildungs- und Abbaugeschwindigkeit von Abbauprodukten erarbeitet. Es genügt, diese Untersuchungen in einem einzigen Boden durchzuführen, da die Abbauege einer Reihe von Pflanzenschutzmitteln in verschiedenen Böden auf Grund der vorhandenen Literatur als identisch angesehen werden können (GUTH, 1980). Ein Beispiel ist in Abbildung 4 dargestellt und zeigt, dass ausser einigen intermediären Transformationsprodukten auch nicht-extrahierbare Rückstände auftreten, dass aber derartige Strukturen auch relativ gut von Mikroorganismen zu CO_2 mineralisiert werden. Ähnliche Ergebnisse wurden auch für Substanzen aus anderen chemischen Stoffklassen, wie Harnstoffherbiziden, insektiziden Phosphorsäureester, Carbamatinsektiziden, etc., erhalten.

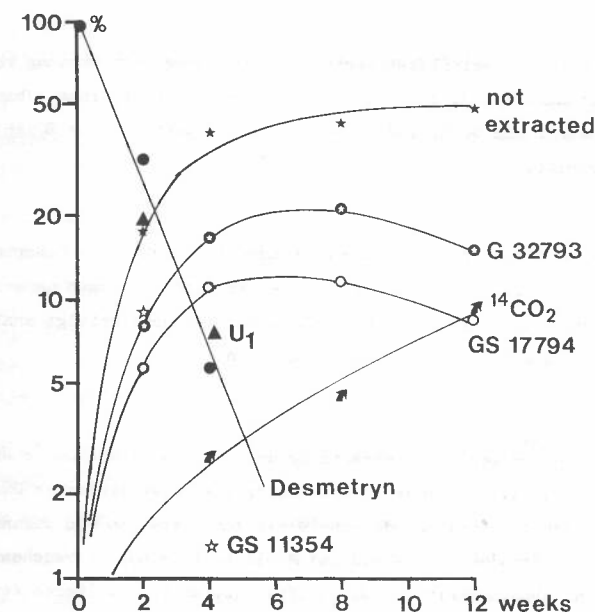


Abbildung 4 Abbau von ^{14}C -Desmetryn und Bildung von extrahierbaren Abbauprodukten, nicht-extrahierbarer Radioaktivität und $^{14}\text{CO}_2$. GS 32793 = Hydroxydesmetryn, GS 17794 = Hydroxyamino-isopropyl-amino-s-triazin, GS 11354 = Demethyldesmetryn, U_1 = Thiomethylol-desmetryn (KELLER und GUTH, 1981).

Der Abbau im Boden hängt von verschiedenen Faktoren, wie Temperatur, Bodenfeuchtigkeit, Adsorption und mikrobieller Aktivität des Bodens, ab. Von diesen spielt die mikrobielle Biomasse die wichtigste Rolle. Boden, der für Abbauprobe im Labor verwendet

werden soll, muss deshalb als biologisches Medium sorgfältig behandelt werden, damit seine biologische Aktivität nicht beeinträchtigt wird. Lufttrocknung, lange Lagerung, Einfrieren und Auftauen ändern die biochemischen Eigenschaften eines Bodens drastisch, indem sie extrazelluläre Enzyme inaktivieren sowie die Zusammensetzung und Populationsdichte von Bodenmikroorganismen verändern (PRAMER und BARTHA, 1972). Für Abbauprobversuche im Labor sollten daher immer frische Böden verwendet werden (GUTH, 1981).

Wie jede chemische oder biochemische Reaktion ist auch der Abbau im Boden temperaturabhängig. Durch Messung des Temperaturkoeffizienten und des Einflusses der Bodenfeuchtigkeit auf die Abbaugeschwindigkeit einer Substanz unter kontrollierten Laborbedingungen, kann das Abbauverhalten unter Freilandverhältnissen bei Kenntnis der Niederschlagsmengen und der Lufttemperaturen ziemlich zuverlässig vorhergesagt werden (HURLE und WALKER, 1980).

Die Adsorption an Bodenpartikel beeinflusst nicht nur die biologische Wirkung von Wirkstoffen im Boden (GUTH et al., 1977), sondern auch die Verfügbarkeit einer Substanz für Abbaureaktionen (BURKHARD und GUTH, 1981), wobei die Halbwertszeit im Boden mit zunehmender Sorption ansteigt.

3.2 Freilandversuche

Pflanzenschutzmittel, deren Wirkstoffe und/oder Abbauprodukte sich unter Laborbedingungen als schwer abbaubar erweisen, werden zusätzlichen Freilandprüfungen unterzogen, meist kombiniert mit Feldleachingversuchen. Die Anlage der Versuche erfolgt analog wie bereits im ersten Absatz von Abschnitt 2.2 beschrieben.

4. ZUSAMMENFASSUNG

Pflanzenschutzmittel werden vor der Inverkehrsetzung umfangreichen ökochemischen Prüfungen unterzogen. Im Hinblick auf den Bodenschutzartikel des Schweizerischen Umweltschutzgesetzes befasste sich die vorliegende Arbeit mit dem Verhalten von Pflanzenschutzmitteln im Boden, insbesondere mit Abbau und Mobilität. In Laborversuchen wird zunächst die Mobilität und Abbaubarkeit der Wirkstoffe bestimmt. In weiteren Versuchen ermittelt man dann Natur, Mobilität und Abbaubarkeit von Abbauprodukten. Auf Grund der Laborergebnisse wird dann entschieden, ob weitere Untersuchungen bezüglich Abbau und Mobilität unter Freilandbedingungen erforderlich sind. Dies ist der Fall bei Substanzen, die in Laborversuchen als mobil und/oder als relativ stabil klassifiziert werden. Die beschriebenen Prüfungen erlauben eine gute Abschätzung des Risikos, das der Einsatz eines bestimmten Pflanzenschutzmittels für das Biotop Boden bedeuten könnte.

5. LITERATUR

- BURKHARD, N., EBERLE, D.O., and Guth, J.A., 1975: Model systems for studying the environmental behaviour of pesticides. Environm. Quality Safety, Suppl. Vol. III, 203-213.
- BURKHARD, N., and GUTH, J.A., 1981: Chemical hydrolysis of 2-chloro-4,6-bis(alkylamino)-1,3,5-triazine herbicides and their breakdown in soil under the influence of adsorption. Pestic. Sci. 12, 45-52.
- FUEHR, F., CHENG, H.H., and MITTELSTAEDT, W., 1976: Pesticide balance and metabolism studies with standardised lysimeters. Landwirtschaftl. Forsch., Sonderheft 32, 272-278.
- GUTH, J.A., 1972: Adsorptions- und Einwaschverhalten von Pflanzenschutzmitteln in Böden. Schr. Reihe Ver. Wass.-Boden-Lufthyg. Berlin-Dahlem, 37, 143-154.
- GUTH, J.A., 1980: The study of transformations. In "Interactions between Herbicides and the Soil" (Ed. R.J. Hance), 123-157. Academic Press, London.
- GUTH, J.A., 1981: Experimental approaches to studying the fate of pesticides in soil. In "Progress in Pesticide Biochemistry" (Eds. D.H. Hutson and T.R. Roberts) Vol. 1, 85-114. J. Wiley & Sons, Ltd.
- GUTH, J.A., BURKHARD, N., and EBERLE, D.O., 1976: Experimental models for studying the persistence of pesticides in soil. Proc. BCPC Symposium: Persistence of Insecticides and Herbicides, 137-157.
- GUTH, J.A., GERBER, H.R., and SCHLAEFFER, Th., 1977: Effect of adsorption, movement and persistence on the biological availability of soil-applied pesticides. Proc. 1977 British Crop Protect. Conf.-Pests and Diseases, 961-971.
- HAMAKER, J.W., 1975: The interpretation of soil leaching experiments. In "Environmental Dynamics of Pesticides" (Eds. R. Haque and V.H. Freed), 115-133.
- HOERMANN, W.D., KARLHUBER, B., RAMSTEINER, K.A., and EBERLE, D.O., 1973: Soil sampling for residue analysis. Proc. Eur. Weed Res. Coun. Symp. Herbicides-Soil, 129-140.
- KEILLER, A.E., and GUTH, J.A., 1981: Transformation of methylthio-s-triazines in soil: formation of new thiomethylol metabolites. Proc. EWRS Symp. Theory and Practice of the Use of Soil-Applied Herbicides, 80-88.
- JARCZYK, H.J., 1978: Behaviour of pesticides in soil as determined by undisturbed soil cores and lysimeter systems. 4th Int. Congress of Pesticide Chemistry (IUPAC), Zürich July 24-28, Abstract Vol. V-35.
- HURLE, K., and WALKER, A., 1980: Persistence and its Prediction. In "Interactions between Herbicides and the Soil" (Ed. R.J. Hance), 83-122.
- PRAMER, D., and BARTHA, R., 1972: Preparation and processing of soil samples for biodegradation studies. Environm. Letters 2, 217-224.

LA PRAIRIE : ÉLÉMENT PROTECTEUR DE LA MISE EN CULTURE DES TOURBES

J.-P. DUBOIS, D. DUBOIS, G. JELMINI*
Laboratoire de Pédologie, EPFL, 1024 Ecublens

INTRODUCTION

L'assainissement des bas-marais et leur mise en culture rend de plus en plus difficile la conservation des sols tourbeux.

- le drainage provoque une compaction des structures fibreuses par disparition de l'eau interstitielle. Ce tassement est d'autant plus accentué que les drains sont profondément enfouis (FREI et al. 1972; MUNDEL 1976; JATON 1977).
- l'abaissement du niveau de la nappe favorise l'aération de la masse tourbeuse et crée un milieu propice à l'oxydation biologique et chimique. La minéralisation produit une libération d'éléments solubles (NH_4^+ , NO_3^- , SO_4^{2-}) et de gaz (CO_2 , N_2 , N_2O). L'aération modifie également le degré d'oxydation de certains éléments; le fer, en particulier, passe de l'état ferreux (FeII) soluble à l'état ferrique (FeIII) insoluble. Cette oxydation est à l'origine du colmatage des drains (KUNTZE 1978).

- Les sols sans couverture végétale sont soumis à l'érosion éolienne.

Parmi les solutions permettant de limiter les pertes en éléments dans les bassins drainés et, par conséquent, de lutter contre l'eutrophisation des eaux (culture sur couverture sableuse, labour profond ...), le laboratoire de Pédologie de l'EPFL a choisi d'évaluer l'effet protecteur de la prairie en présence d'un drainage modéré.

Ce problème a été abordé par le biais d'une étude globale de la migration des éléments dans des colonnes de tourbe eutrophe, soumise à deux types de culture (fourragère et maraîchère) et trois conditions de drainage (figure 1b). Les résultats proviennent donc de deux essais distincts relatifs à:

* adresse actuelle : Sous-station fédérale de recherches agronomiques, 6593 Cadenazzo/TI

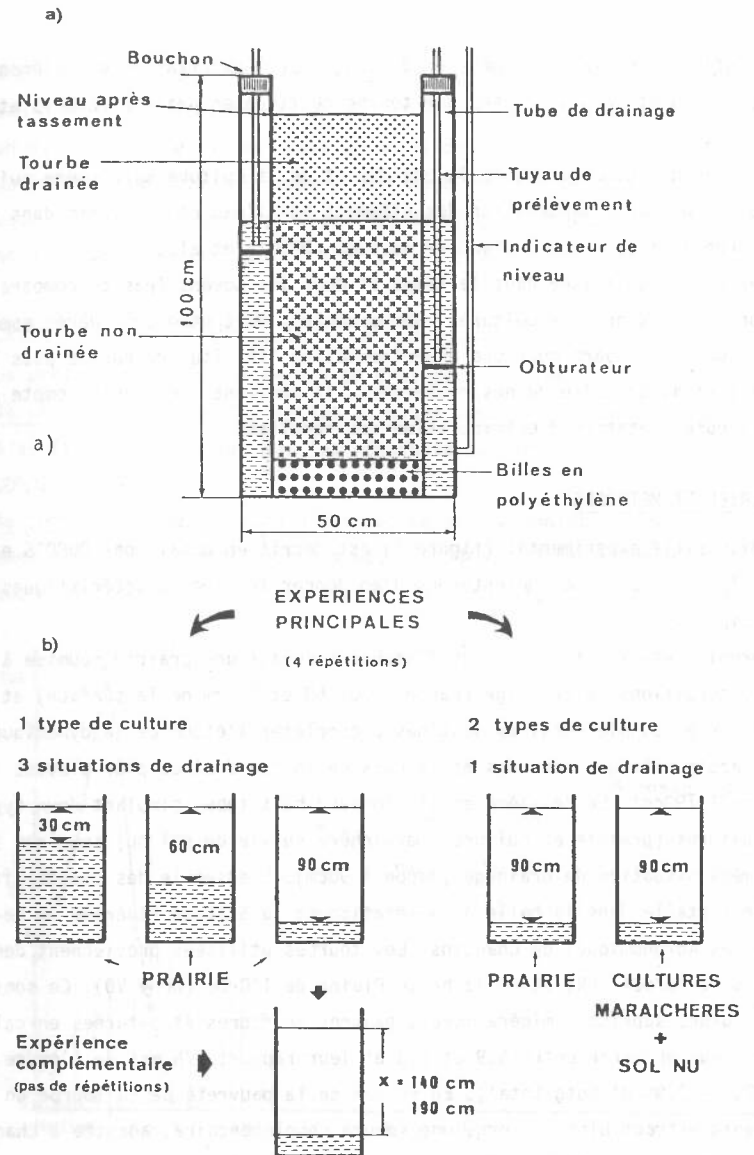


Figure 1. a) dispositif expérimental
b) schéma de principe

- l'influence de la profondeur de drainage sur l'exportation des éléments par l'eau et la plante dans une tourbe cultivée en prairie (DUBOIS et al., 1982),
 - l'influence comparative de la prairie et de la culture maraîchère suivie du sol nu sur l'exportation des éléments par l'eau et la plante dans une tourbe drainée à une profondeur de 90cm (DUBOIS et al., 1983).
- Cette étude, limitée dans le temps et dans les moyens (pas de comparaison avec des grandes cultures, par exemple), doit être considérée comme une base de départ pour une expérimentation "in situ" de portée plus large sortant du cadre de nos recherches. Il convient d'en tenir compte lors de toute tentative d'extrapolation des résultats.

MATERIEL ET METHODES

Le dispositif expérimental (figure 1) est décrit en détail par DUBOIS et al. (1982). Nous nous contenterons d'en donner ici les caractéristiques principales.

Le premier essai est composé de 12 tubes simulant une prairie soumise à trois conditions de drainage (nappe à 30, 60 et 90 cm de la surface) et de trois tubes supplémentaires destinés à compléter l'étude de la dynamique de l'azote nitrique pour des épaisseurs de tourbe drainée plus élevées (jusqu'à 190cm). Le deuxième essai comprend huit tubes simulant deux types de cultures (prairie et culture maraîchère suivie du sol nu) soumises à une même situation de drainage (nappe à 90cm). L'ensemble des dispositifs a été installé dans la halle de végétation de la Station Fédérale de Recherches Agronomiques de Changins. Les tourbes utilisées proviennent des marais de Porsel (FR) et de la haute Plaine de l'Orbe (Orny VD). Ce sont des tourbes sapristes, minéralisées, pauvres en fibres et saturées en calcium. Leur pH varie entre 5.9 et 6.3 et leur rapport C/N est de l'ordre de 15 (2,1 - 2,9% d'azote total). En raison de la pauvreté de la tourbe en éléments extractibles à l'eau, une fumure complémentaire, adaptée à chaque cas, a été incorporée à la couche supérieure du sol.

La couverture végétale se compose d'un mélange trèfle - ray-grass pour la

prairie et d'une combinaison épinard - salade pour la culture maraîchère. L'eau d'arrosage (deminéralisée) est ajoutée de façon à permettre le maintien des niveaux de nappes; pour un essai donné, une même quantité est ajoutée à chaque tube. Les eaux de drainage sont recueillies et analysées chaque semaine. Les méthodes d'analyse du sol, de la plante et de l'eau sont décrites en détail par JELMINI et al. (1981).

INFLUENCE DE L'ÉPAISSEUR DE TOURBE DRAINÉE SOUS PRAIRIE

Sous prairie, l'épaisseur de tourbe drainée a une influence directe sur :

- la croissance et la composition chimique des deux espèces végétales choisies (trèfle et ray-grass). Ces résultats sont discutés par JELMINI et DUBOIS (1982).
- le comportement de l'azote nitrique. Ce dernier point est particulièrement lié à l'eutrophisation des eaux. Au début, la quantité d'azote nitrique entraînée par l'eau de drainage varie dans le même sens que les

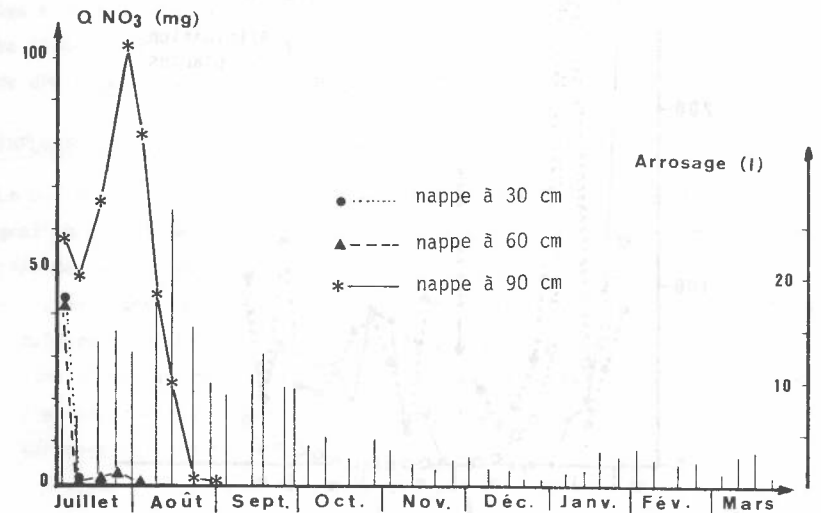


Figure 2. Evolution des quantités d'azote nitrique dans l'eau de drainage

volumes d'eau d'arrosage. Cette évolution est bien visible dans le cas de la nappe à 90cm, perceptible à 60cm et invisible à 30cm (figure 2). Progressivement, d'une situation de drainage à l'autre, les nitrates disparaissent jusqu'à la fin de l'expérience. En augmentant l'épaisseur de tourbe drainée, le même phénomène se reproduit jusqu'à 140cm (figure 3).

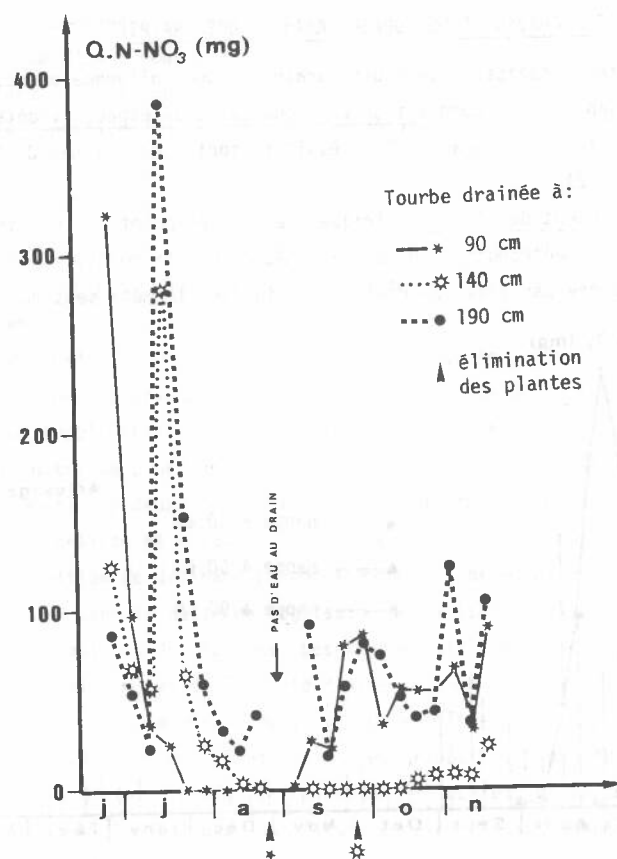


Figure 3. Evolution des quantités d'azote nitrique exportées par l'eau de drainage

Au-delà, la charge nitrique de l'eau de drainage passe par un minimum puis se maintient, jusqu'à la fin de l'expérience (6 mois), à un niveau variable selon la saison et l'état physiologique des plantes.

Bien que nos conditions expérimentales ne permettent pas d'expliquer en détail le mécanisme de cette disparition des nitrates, les résultats prouvent que la couverture végétale choisie (surtout le ray-grass) est étroitement impliquée dans le processus. La disparition de l'azote nitrique dans l'eau coïncide avec une extension latérale du réseau racinaire qui, selon KUTSCHERA (1960), se produit lorsque les racines principales sont en contact avec une zone très humide (ici la nappe). De plus, la forte teneur en azote total de la première récolte, (environ le double de celle de la même plante sur sol minéral) indique que les nitrates formés dans la tourbe sont absorbés massivement par le réseau racinaire des plantes qui occuperait à ce moment-là tout le volume de la tourbe drainée. Dans le cas du drainage à 190cm, les racines ne doivent pas coloniser toute la masse de tourbe drainée de sorte que la production de nitrates dépasse la consommation par les plantes; le surplus est donc lixivié. Enfin, la destruction de la plante (labour) entraîne une reprise de l'exportation des nitrates par l'eau de drainage, après un temps de latence d'environ 2 - 3 semaines (figure 3).

INFLUENCE DU TYPE DE COUVERTURE VEGETALE

La différence d'influence des deux types de couverture végétale sur la migration des éléments est étroitement liée à leur système racinaire respectif. Nos expériences montrent que :

- l'action des racines est beaucoup plus importante sous prairie que sous culture maraîchère car le nombre des plantes par unité de surface y est plus élevé, le réseau racinaire (grâce au ray-grass) plus développé et l'absorption des éléments plus régulière au cours de la saison (pas d'alternance culture-sol nu),
- cet effet racinaire agit directement sur la rétention de l'eau d'arrosage et, par conséquent, sur la lixiviation des éléments (figure 4). Ce phénomène est vérifié dans nos deux types de cultures puisque les quantités d'éléments lixiviés varient dans le même sens que les volumes d'eau

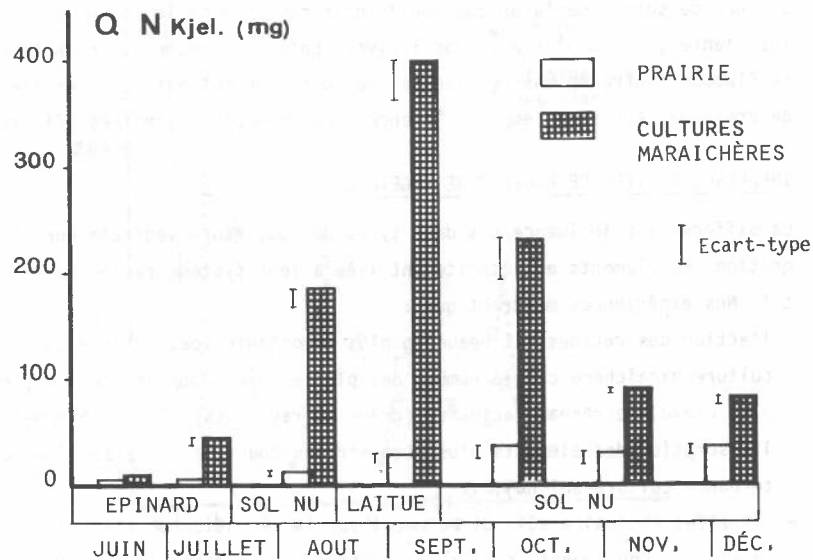
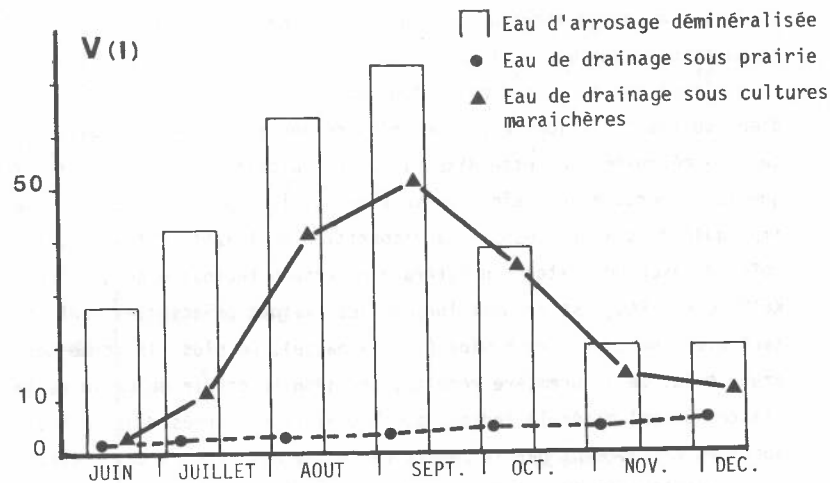


Figure 4. Lixiviation de l'azote organique

de drainage pour la plupart des éléments pris en considération (N, P, K, Ca, Mg, Mn), à l'exception des formes minérales de l'azote ($N-NH_4$ et $N-NO_3$). La lixiviation de l'ammonium est faible, voire négligeable selon la nature de la couverture végétale considérée; cette forme d'azote est donc rapidement mobilisée par les microorganismes, fixée sur le complexe absorbant ou nitrifiée. Les nitrates, qui représentent la plus grande partie de l'azote lixivié en culture maraîchère, ne sont pas décelables dans l'eau de drainage sous prairie. Comme cet anion n'est pas retenu sur le complexe absorbant, la couverture végétale est responsable de sa rétention soit par action directe (absorption), soit par action indirecte (effet racinaire). Dans notre cas, la dénitrification doit être faible en raison de la bonne aération du milieu.

- A la rétention d'eau, s'ajoute aussi l'absorption des éléments, Le tableau 1 montre que l'exportation par les plantes est toujours plus importante sous prairie que sous culture maraîchère; dans le cas de l'azote et du phosphore, ces quantités peuvent même doubler. Sous prairie, $N-NO_3$

	CULTURE MARAÎCHÈRE		PRAIRIE	
	Plantes	Lixiviation	Plantes	Lixiviation
N	57,6 (0,46)	42,4 (0,32)	98,9 (0,86)	1,1 (0,01)
P	83,8 (1,11)	16,2 (0,21)	98,8 (2,60)	1,2 (0,03)
K	83,2 (7,65)	16,8 (1,54)	98,6 (11,10)	1,4 (0,16)
Ca	12,0 (0,13)	88,0 (0,96)	57,0 (0,20)	43,0 (0,15)
Mg	55,7 (0,51)	44,3 (0,41)	92,3 (0,71)	7,7 (0,06)
Mn	23,0 (0,06)	77,0 (0,20)	98,8 (0,40)	1,2 (0,04)

Tableau 1. Exportation comparée des éléments en % de l'exportation totale - () : % de la quantité totale présente dans la tourbe

et $N-NH_4$ sont très efficacement recyclés par les racines du ray-grass qui utilisent l'azote minéralisé disponible dans toute la masse de tourbe drainée avec, pour résultat, un excellent rendement en matière sèche sans aucun apport d'engrais azoté.

L'activité de la rhizosphère est également mise en évidence par le comportement des éléments mobilisables, particulièrement par celui du phosphore (figure 5a). Comme cet élément ne migre pratiquement pas dans la tourbe, l'effet de la fumure ne se manifeste qu'en surface. En profondeur, par contre, on constate une diminution du phosphore mobilisable sous prairie mais non sous culture maraîchère (système racinaire peu développé). Cet appauvrissement correspond bien à l'absorption par les plantes puisque leur teneur en phosphore est élevée et que la lixiviation est insignifiante. Le comportement du potassium mobilisable (figure 5b) est semblable à celui du phosphore à une différence près : en culture maraîchère, les couches profondes sont appauvries par lixiviation.

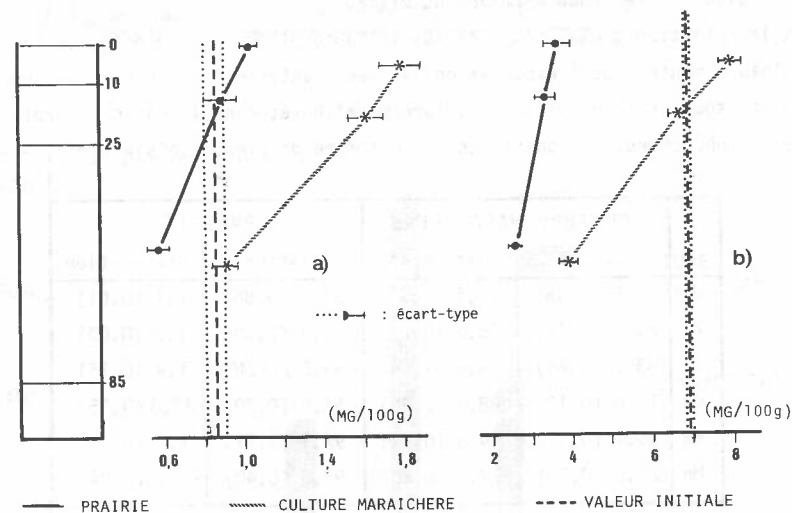


Figure 5. Eléments extractibles à l'eau : Phosphore (5a) et Potassium (5b)

- Enfin, le comportement du calcium échangeable (96% du complexe absorbant) suggère que l'extension racinaire offre une certaine protection contre la minéralisation de la tourbe. En effet, bien que les teneurs en calcium échangeable restent comparables en fin d'expérience, la perte globale (dont 88% par lixiviation) est trois fois plus élevée sous culture maraî-

chère; on peut donc penser que les processus d'humification-minéralisation y sont plus intenses que sous prairie.

CONCLUSION

En terme de masse, la prairie exporte plus d'éléments que la culture maraîchère mais, d'un autre côté, elle participe davantage à la reconstitution du stock humique par le biais de son réseau racinaire dense. En terme de fonctionnement, la prairie induit une meilleure réduction de la lixiviation, avant tout par sa forte capacité de rétention en eau qui freine la migration des éléments hydrosolubles, mais aussi grâce à l'absorption régulière par les plantes durant toute la saison ainsi que par un ralentissement des processus d'humification-minéralisation de la tourbe. La couverture herbacée se comporte donc comme un filtre assurant une protection des nappes phréatiques et des exutoires contre l'eutrophisation pour autant que l'épaisseur de la tourbe ne dépasse pas 1,40m.

ZUSAMMENFASSUNG

Im folgenden Beitrag wird auf den Einfluss der Dränierung und der Kulturarten auf den Nährstoffhaushalt eingegangen. Die Untersuchung erfolgte mit eutrophen Torf in grossen Töpfen.

Die Untersuchungen ergaben, dass Wiesen einen erheblich besseren Schutz gegen Auswaschung bieten als etwa der Gemüseanbau und damit auch besser vor der Eutrophierung von Fliess- und Grundwasser schützen. Dieser Schutzeffekt ist vor allem durch den Wurzeleffekt von Raygras zu erklären; auf Grund der hohen Dichte der Wurzelhaare können grosse Mengen von Nährstoffen und der grösste Teil des perkolierenden Wassers aufgenommen werden. Eine Wiese lässt sich auf Torfboden bis zu einer Tiefe von 1,4m dränieren, ohne dass die gebildeten Nitrate durch das perkolierende Wasser ausgewaschen werden. Eingebrachter Phosphordünger wird parktisch nicht ausgewaschen, auch nicht bei Gemüsekulturen. Die Kaliumauswaschung ist im Boden von Wiesen vernachlässigbar; demgegenüber kann sich eine bedeutende Auswaschung beim Gemüseanbau ergeben, falls mit der Düngung die Absorptionskapazität der Pflanzen überschritten wird.

BIBLIOGRAPHIE

- DUBOIS D., JELMINI G., DUBOIS J.-P. (1982) - Influence du drainage sur la migration des éléments dans une tourbe eutrophe cultivée en prairie.
Laboratoire de Pédologie PED9, EPFL, Lausanne
- DUBOIS J.-P., JELMINI G., DUBOIS D., (1983) - Influence du type de culture sur la migration des éléments dans une tourbe eutrophe.
Laboratoire de Pédologie PED10, EPFL, Lausanne.
- JATON J.-F., (1977) - Etude de quelques propriétés des sols tourbeux et leur influence sur le drainage.
Institut de Génie Rural IGR no 133, EPFL, Lausanne.
- FREI E., PEYER K., JAGGLI F., (1972) - Verbesserungsmöglichkeiten der Moorböden des Berner Seelandes.
Mitt. Schw. Landw. 20, 197-210.
- JELMINI G., DUBOIS J.-P., DUBOIS D., (1981) - Etude préliminaire de l'influence du drainage sur la migration des éléments dans une tourbe eutrophe.
Laboratoire de Pédologie PED7, EPFL, Lausanne.
- JELMINI G., DUBOIS J.-P., (1982) - Influsso della profondità della falda freatica sullo sviluppo del *Trifolium pratense* L. e del *Lolium multiflorum* Lam. coltivati su torba.
La Recherche Agronomique en Suisse, 21 (3/4), 197-213.
- KUNTZE H., (1978) - Verockerungen Diagnose une Therapie.
Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- KUTSCHERA L., (1960) - Wurzelatlas Mitteleuropäischer Ackerunkräuter und Kulturpflanzen.
DLG Verlag - GmbH, Frankfurt am Main.
- MUNDEL G., (1979) - Untersuchung zur Torfmineralisation in Niedermooren.
Acker-u. Pflanzenbau u. Bodenk. Berlin 20, 669-679.

LES SOLS ORGANIQUES MENACES DE SUISSE

J.A. NEYROUD, Station fédérale de recherches agronomiques de Changins,
CH-1260 Nyon.

Résumé et synthèse des communications présentées à l'occasion d'un symposium de la Société Suisse de Pédologie, dans le cadre de l'assemblée annuelle de la Société Helvétique des Sciences Naturelles, Bâle, le 7 octobre 1982.

Dix communications ont été présentées par les auteurs suivants :

STICHER H., ETH-Zurich
KLOETZLI F., ETH-Zurich
KAESER H.P., Witzwil
DUBOIS J.P. et JELMINI G., EPF-Lausanne
SIEGENTHALER A., FA-Liebefeld/Berne
JATON J.F. et REGAMEY P., EPF-Lausanne
WILDI O., EAFV, Birmensdorf/Zh
ROULIER Ch., Yverdon
JAEGGLI F. et PEYER K., FA-Reckenholz-Zurich
NEYROUD J.A., RA-Changins-Nyon.

Ces auteurs ont successivement décrit les sols organiques (Histosols), leur végétation, leur mise en culture, les problèmes posés par leur exploitation et le maintien de leur fertilité; ensuite, ils ont décrit quelques projets et réalisations en vue de leur sauvegarde.

Les sols organiques représentent une catégorie particulière de l'ensemble des sols de notre pays. Ils ont été formés sur des assises peu perméables, périodiquement inondées. Les conditions difficiles de décomposition et d'humification des végétaux ont abouti à l'accumulation d'un matériau formé de résidus végétaux (et animaux) incomplètement décomposés, la tourbe. Il existe plusieurs types de sols organiques, que l'on retrouve dans les sites les plus variés de notre pays.

Lorsque l'intervention humaine est réduite au minimum, des biotopes caractéristiques apparaissent. La flore et la faune rencontrées présentent un grand intérêt pour les sciences naturelles, et des réserves d'espèces peu communes, ou en voie de disparition sont maintenues.

Les régions les plus favorables à l'agriculture comportent également des sols organiques. Ces derniers se prêtent particulièrement bien à la culture intensive et de nombreuses exploitations maraîchères s'y sont installées, offrant des emplois à une population considérable.

La mise en culture d'un sol organique n'est pas possible sans l'intervention massive de moyens relevant du génie rural: assainissement, drainage, construction de chemins. En outre, les pratiques agricoles introduites - fertilisation, travail du sol - contrecarrent l'évolution naturelle du sol organique. On observe une disparition lente de la couche humifère, à raison de 1-2 cm par année, ce qui oblige à reprendre périodiquement les travaux de génie rural.

Les sols organiques n'échappent pas non plus à notre recherche incessante de sources d'énergie. La tourbe a été utilisée dans le passé comme combustible, et elle pourrait revenir à l'honneur à la faveur de difficultés économiques: un récent travail américain estime le pouvoir calorifique de la tourbe à 40% de celui du charbon.

Dans notre pays à ressources et surfaces limitées, les sols organiques sont convoités par les milieux les plus divers. Les terres organiques du Seeland bernois (env. 4'000 ha), de la Plaine de l'Orbe (env. 1'000 ha) et d'autres plaines alluviales pourraient être drainées à nouveau et cultivées pour quelques dizaines d'années, mais un futur incertain les attend. D'autre part, la mise au "chômage technique" de centaines de familles de cultivateurs dans le seul but de protéger les sols se conçoit mal.

Une fois les sols organiques définis et leur lente dégradation mise en évidence, il convient de faire la synthèse des opinions exprimées. Dans ce but, on répondra successivement aux quatre questions suivantes :

- Reste-t-il suffisamment de biotopes caractéristiques de hauts-marais, de bas-marais et d'autres sols organiques dans notre pays ?
- Un diagnostic de la dégradation des sols organiques peut-il être posé ?
- Les sols organiques agricoles peuvent-ils continuer à être cultivés en limitant leur dégradation au maximum ?
- Quelles options différentes sont-elles possibles ?

Inventaire des sols organiques

Un groupe de travail est actuellement occupé à dénombrer les hauts-marais de Suisse. Ces biotopes existent encore, mais ils sont pour la plupart touchés par des activités humaines et sont soumis à de très grands dangers de dégradation par des eaux trop riches en fertilisants: chaque année, plusieurs hauts-marais disparaissent ainsi. Les bas-marais sont un peu plus nombreux; comme leur stabilité écologique est plus grande, leur situation n'est pas aussi alarmante que celle des hauts-marais.

D'une manière générale, il conviendrait d'entreprendre quelques actions de protection des marais, afin de maintenir au moins quelques sites dans leur état naturel; il y va également du maintien de notre patrimoine floristique et faunistique. Une bonne protection exige la suppression de toute activité humaine sur le marais, à l'exception des activités de protection, ainsi que l'élimination systématique des eaux chargées en fertilisants aux alentours du marais. Un équilibre naturel est à recréer dans le marais.

Les autres sols organiques, par exemple ceux utilisés pour la production agricole, sont encore assez nombreux. Cependant, la production agricole sur de tels sols deviendra très difficile, à mesure que la couche organique diminue d'épaisseur.

Diagnostic de la dégradation de sols organiques

Tout abaissement du niveau de la nappe phréatique, fertilisation, et pratique d'agriculture intensive aboutit irrémédiablement à la dégradation du sol organique. L'apport d'air et de fertilisants dans la tourbe crée à nouveau des conditions propices à l'activité microbienne, qui dégrade les substrats présents. Les sols organiques agricoles les moins touchés par la dégradation sont précisément ceux qui sont recouverts de prairie, et ceux où le niveau de la nappe phréatique ne s'abaisse pas au-dessous de 60 cm de la surface.

La précipitation du fer ferrique dans les orifices des drains est un signe indiquant que "l'assainissement" du sol est en cours, par évacuation des eaux, abaissement du niveau de la nappe phréatique et aération du sol.

La culture légumière intensive cause la dégradation la plus rapide de la tourbe: la fertilisation est copieuse, les racines de plantes à courte durée de végétation ne parviennent pas à recycler la masse de fertilisants et d'éléments chimiques minéralisés et les sols restent longtemps sans couverture végétale.

On constate que le niveau des sols organiques assainis tend à s'abaisser: l'eau éliminée du sol par drainage a fait place à un volume équivalent d'air plus facilement compressible sous le poids de la matière solide. Le tassement peut atteindre 1-2 cm par année, auquel s'ajoute une perte annuelle de quelques millimètres par minéralisation des substrats.

Maintien des sols organiques agricoles

Le maintien de la production agricole sur les sols organiques est possible. Il convient toutefois d'avoir à l'esprit que de tels sols perdent progressivement leur substance. Un premier signal d'alarme survient lorsque l'épaisseur de la couche organique devient inférieure à 100 cm, et ne garantit plus des conditions hydrologiques et agronomiques satisfaisantes. A ce stade, l'observation des sous-sols minéraux est nécessaire:

- En présence d'un horizon de craie lacustre, la destruction de la couche organique doit être arrêtée: la craie est en effet totalement impropre à la culture. Une modification complète des techniques culturales doit être envisagée: prairies, niveaux de nappes élevés, ...
- En présence d'un horizon riche en sable, le mélange de cet horizon avec la couche organique est envisageable. Des techniques éprouvées de labour profond sont disponibles.
- En présence d'un horizon riche en silt, un mélange par labour profond créera un milieu défavorable (hétérogénéité du mélange, grosses mottes à tendance hydromorphe, ...). Des techniques de recouvrement par une couche de sable sont envisageables, pour autant que le matériau favorable se trouve à proximité.

Dans tous les cas, il convient de savoir que la mise en culture du sol organique aboutit à sa lente dégradation. Il s'agit peut-être ici du seul exemple où l'agriculture contribue à la destruction du sol. Les milieux concernés doivent en être conscients.

Options possibles

Sur le papier, l'option la plus simple paraît être l'option de protection des sites. Son intérêt est cependant fortement limité par les impératifs financiers (investissements consentis), économiques (maintien de la production agricole) et sociaux (postes de travail, ...) en jeu. Cette option est donc à réserver à un nombre limité de sites présentant également un intérêt historique et géographique: les zones tourbeuses, exploitées jusque dans un passé récent, offrent des paysages particuliers, qui permettent d'imaginer l'activité humaine ancienne, la relation entre l'homme et le climat, l'homme et l'eau, etc. ...

L'option du laisser-faire est celle qui coûte le moins à court terme. Si elle est adoptée, le risque existe que les générations futures reprochent à la nôtre d'avoir gaspillé le patrimoine. Il a été amplement démontré au cours de ce symposium que les biotopes marécageux sont importants et riches; l'option du laisser-faire n'est pas réaliste.

Entre les extrêmes, un certain nombre de solutions optimales pourraient être trouvées de cas en cas. La somme des intérêts contradictoires de l'agriculture, de la protection des sites et de l'aménagement du territoire nous oblige en effet à rechercher des compromis. Ceux-ci seront élaborés en s'inspirant entre autres des quelques lignes d'action suivantes :

- Mise au point de projets de sauvetage de certains hauts-marais et bas-marais incluant tous les types écologiques, avec justification des coûts prévisibles et description des résultats attendus.
- Poursuite des études agronomiques sur les moyens de cultiver les sols organiques en limitant au maximum les phénomènes de tassement et de minéralisation.
- Etudes hydrologiques sur les mécanismes possibles de régulation de niveau des nappes phréatiques: cette notion de régulation (niveaux plus élevés en dehors des périodes de culture) paraît offrir une meilleure protection aux sols organiques que la notion de drainage plus ou moins systématique.

- Etude des substrats tourbeux, recherche d'alternative à l'utilisation de la tourbe (résidus, composts, écorces) comme substrat de croissance.
- Prise de conscience du fait que toute modification des systèmes d'exploitation du sol doit être faite à long terme: les conséquences sur l'économie régionale doivent être soigneusement pesées (emplois, investissements, subventions).
- Information complète des milieux politiques preneurs de décisions d'aménagement sur la notion de maintien à long terme du capital-sols organiques.

La présente décennie est caractérisée par le recours fréquent à des concepts généraux: conception globale, interdisciplinarité, ... Il est souhaitable que les sols organiques de notre pays puissent bénéficier du fruit des efforts conjugués de toutes les disciplines de la science et de la pratique qui s'intéressent à leur sort.

ASPECTS JURIDIQUES DE LA PROTECTION DU SOL

L. BARDET

Service aménagement du territoire, 3, rue de l'Université, 1005 Lausanne

Chez les Romains déjà, le sol (terra) est un bien matériel qui s'acquiert avec un grand cérémonial (res mancipi), au même titre que les bijoux, les maisons, les esclaves, les animaux domestiques.

Actuellement, on constate que l'attitude n'a pas fondamentalement changé. Le sol est un bien qui appartient presque inconditionnellement aux propriétaires du fonds, de l'immeuble, et les restrictions des droits de ces propriétaires sont excessivement peu nombreuses. La Constitution fédérale a été complétée en 1969 seulement par l'adjonction de l'article 22 ter qui garantit la propriété et son usage. Il précise que la Confédération et les cantons peuvent, par voie législative, et pour des motifs d'intérêt public, prévoir des restrictions de la propriété qui, dans de nombreux cas, équivalent du reste à l'expropriation matérielle.

Le Code civil suisse, à son article 667 et ss, fait du sol un immeuble. Les règles légales du Code civil ne concernent que les conditions de propriété, de vente, d'acquisition, etc... Le sol en tant que tel n'intervient pas.

La loi fédérale sur les améliorations foncières, à son article 59, prévoit "l'obligation d'exploiter convenablement des terres améliorées avec l'aide de la Confédération"; mais ce sont surtout les ouvrages du génie civil qui doivent être entretenus (chemins, drainages, réseaux d'irrigation, etc.), le sol lui-même subit plutôt une influence négative par les travaux entrepris.

La loi fédérale sur le maintien de la propriété foncière rurale annonce, en ses premiers articles, un objectif de protection quantitative des sols agricoles "en principe la surface agricole de la Suisse ne diminuera pas". Cependant, elle ne prévoit aucune disposition particulière ni aucun moyen de réalisation.

La loi forestière, garantit l'intégrité des surfaces boisées mais les sols n'entrent pas en considération. L'objectif visé par la loi de 1902 était d'éviter les cata-

strophes naturelles telles qu'inondations et glissements de terrain qu'avaient favorisé des déboisements inconsiderés pendant les siècles précédents.

La loi fédérale sur l'aménagement du territoire de juin 1979 indique à son article premier les buts qu'elle poursuit, tels que "protéger les bases naturelles de la vie, tels que le sol, l'air, l'eau, la forêt et le paysage". Elle prévoit que la Confédération, les cantons et les communes veillent à assurer une utilisation mesurée du sol.

De plus, à son article 3, elle prévoit le respect de principes tels que "réserver à l'agriculture suffisamment de bonnes terres cultivables" et enjoint aux cantons de désigner les parties du territoire qui se prêtent à l'agriculture. Mais tous ces buts et mesures ont pour objectif non de protéger qualitativement ou quantitativement le sol, mais bien d'organiser rationnellement les activités humaines et leur distribution dans l'espace.

Dans toutes ces législations, on remarquera qu'à un titre ou à un autre le sol est inclus dans les buts généraux des lois; mais il n'y a pas de moyen pour atteindre ces objectifs et aucune sanction n'est prévue contre celui qui transgresse, même consciemment, ces buts (exception faite de la loi fédérale sur les améliorations foncières qui prévoit la restitution des subsides fédéraux octroyés en cas de non respect des buts visés).

En 1971, le peuple adoptait l'article constitutionnel 24 septies autorisant la Confédération à légiférer sur la protection de l'homme et de son milieu naturel contre les attaques nuisibles ou incommodes qui leur sont portées. Dès ce moment-là, le projet de loi fédérale sur la protection de l'environnement est sur le métier et actuellement il est en discussion devant les Chambres fédérales dans sa deuxième version. Le projet du Conseil fédéral, actuellement discuté par les Chambres, ne disait rien du sol. Les Chambres ont ajouté les articles 29 a, b et c concernant cet objet. Le titre de ces trois articles "charges polluantes du sol" est cependant révélateur: il ne s'agit que d'établir des valeurs indicatives et normatives permettant de restreindre l'apport de l'extérieur de substances nocives peu ou non dégradables risquant de provoquer une dégradation du sol ou de mettre en péril sa fertilité. J'ai l'intime conviction que

cela n'est nullement suffisant pour permettre une protection qualitative et quantitative du sol. En lisant le compte-rendu de la séance du Conseil des Etats de mars 1982, je crois pouvoir dire que le sol et ses caractéristiques sont très mal connus du public en général et des membres de l'Assemblée nationale en particulier. A l'exception de la proposition de M. Crevoisier, qui tente d'étendre la portée de cet article 29 aux altérations du sol consécutives à un usage ou à une exploitation inadaptée, on est frappé par deux attitudes dominantes les interventions dans ces débats:

- 1° La crainte fondamentale de permettre aux seuls spécialistes de donner des avis pertinents sur la qualité des sols et des dégradations qui les menacent. Cette crainte se traduit par la volonté d'une immense majorité de n'accepter de réglementer que les impacts qui peuvent être mesurés (pollution de tout genre provenant de l'extérieur du sol).
- 2° La gigantesque confusion qui est faite par presque tous les parlementaires entre la cartographie des sols et le cadastre du sol. Alors que la cartographie est une simple description des caractéristiques de l'espace, le cadastre indique les formes d'utilisation actuelle ou possible de cet espace. Entre ces deux termes, considérés à tort comme quasiment synonymes par les parlementaires, il y a pourtant un immense abîme qui comprend des facteurs d'appréciation divers:
 - économique et conjoncturel (problème de rentabilité)
 - sociaux (habitude et intérêt de l'exploitant).

Il est tout de même étonnant qu'un orateur ait pu dire que les experts de l'Office fédéral pour la protection de l'environnement aient affirmé que l'établissement de normes permettant de juger des transformations physiques ou chimiques des sols eux-mêmes étaient impossibles à établir.

Notre société a le devoir de collaborer à l'établissement de l'ordonnance d'exécution de la loi fédérale sur la protection de l'environnement. Mais ce n'est à mon avis absolument pas suffisant. Nous avons le devoir de faire connaître les sols et de faire reconnaître l'importance de leur conservation. Toute dégradation des sols, tout gaspillage, à quelque échelle que ce soit, est un crime qu'il n'est plus permis de tolérer.

GESETZLICHE VERANKERUNG VON MASSNAHMEN
ZUM SCHUTZE DES BODENS AUS QUANTITATIVER SICHT

E. W. Alther

In den vergangenen drei Jahrzehnten ist jede Gemeinde unseres Landes orts- wie auch regionalplanerisch erfasst worden. Insbesondere während der letzten beiden Jahrzehnte erkannte man auch, dass eine gesunde Siedlungsstruktur auch die Umwelt zu integrieren hat. Trotzdem hat man in den meisten Fällen übersehen, dass zwischen Siedlungen und übrigen Bodennutzungen der freie Raum ausgewogen aufgeteilt werden sollte. Die heute ausgeschiedenen Landwirtschaftszonen zeigen, dass auf die Erfassung und Sicherung des für die landwirtschaftliche Nutzung geeigneten Bodens wie auch der optimalen landwirtschaftlichen Produktionsstandorte zu wenig Rücksicht genommen worden ist.

Wir sind uns alle einig, dass es beim Boden um das wichtigste nationale Gut geht. Er ist wichtigste Grundlage für die Nahrungs- und Futtermittelproduktion, für die Gewährleistung gesunden Wassers wie auch zur Lieferung von Rohstoffen, d.h. als Lieferant von Steinen und Erden für die Bauindustrie. Wenn aber das Interesse an der Erhaltung von ungestörten Böden schwindet, der materielle Gewinn am Boden und am darunter liegenden Rohstoff Vorrang erhält, so muss das für die Bodensubstanz der Schweiz schwere Folgen haben.

Seit der Gründung unserer Gesellschaft war es vielen ihrer Mitglieder ein Anliegen, sich dieser brennenden Fragen anzunehmen^{1,2}. Mit unserer Resolution SCHUTZ DES BODENS³ haben wir es uns zur Aufgabe gemacht, mit Nachdruck zugunsten des Bodenschutzes Stellung zu beziehen. Wir haben uns den Vorkehrungen anzunehmen, die heute in unserem Lande notwendig sind, um die landwirtschaftlich genutzten Böden in ihrem Bestand und ihrer Güte zu erhalten. Wenn auch das Landwirtschaftsgesetz⁴ in Artikel 19 den Boden als notwendige Ernährungsgrundlage erwähnt, so brachten die in den vergangenen zwei Jahrzehnten geschaffenen Gewässerschutz⁵ wie auch Raumplanungsgesetze⁶ dem lebenswichtigen Umweltgut Boden als Basis für unsere Nahrungs- und Futtermittelproduktion nur nach dem Wortlaut der Gesetze den notwendigen Schutz. Die Raumplanungsgesetzgebung insbesondere umschreibt in Art. 16 jene Landflächen, die "sich für die landwirtschaftliche Nutzung eignen" oder "im Gesamtinteresse landwirtschaftlich genutzt werden sollen". Doch ist explizite die gesetzliche Verankerung des quantitativen Bodenschutzes mit der Einführung des Raumplanungsgesetzes unberücksichtigt geblieben.

Es ist bis heute nicht gelungen, den bekannten Kriterien zur Schaffung von Landwirtschaftszonen in der Praxis der Rechtsanwendung zum Durchbruch zu verhelfen⁷. Naturräumliche und damit verbundene raumplanerische wie auch sozioökonomische Situationen bleiben im Rahmen der Planungspraxis weiterhin unberücksichtigt.

Dazu einige erläuternde Beispiele: es soll nach den Artikeln 6 und 16 des Bundesgesetzes über die Raumplanung die Landwirtschaftszone jenes Land umfassen, "das im Gesamtinteresse landwirtschaftlich genutzt werden soll". Es sollte sich also um Böden handeln, die für sehr guten Ackerbau und intensiven Futterbau geeignet sind. Sehr viele dieser Böden grenzten vor 1977 an das Siedlungsgebiet. Entsprechend der bisherigen Entwicklung auf den Sektoren Siedlung, Verkehr und Industrie musste die

Landwirtschaft trotz bester landwirtschaftlicher Nutzfläche auf diese Böden verzichten. Und entsprechend der bisherigen Planungspraxis gehen sie weiterhin der Landwirtschaft verloren.

Die stark intensivierte Bautätigkeit rief nicht nur nach einer Bauzone. Sie verlangte weiter nach Bau-Reserve- und Verkehrszonen, wie auch nach "übrigem Gemeindegebiet", dem bereits der Stempel künftigen Baulandes anhaftet. Dieser Zustand führte dazu, dass Pächter solcher Böden oder gar Liegenschaften sich davor scheuten, irgendwelche Investitionen zu wagen oder diese Flächen nach bestem Wissen und Gewissen zu pflegen. Diese angeregte Bautätigkeit rief weiter nach abbauwürdigen Steinen und Erden, die wiederum in landwirtschaftlich bevorzugten Nutzungsgebieten, grösstenteils unter den besten landwirtschaftlich nutzbaren Böden (Parabraunerden) liegen. Zugleich handelt es sich in diesen Gebieten um wertvollste Trinkwasserreservoirs, insbesondere zur Gewinnung von Kies und Sand in Schotterebenen von Flusstälern, wo sich die qualitativ besten und wirtschaftlich am günstigsten abbaubaren Schottervorkommen befinden.

Bereits aus diesen wenigen Beispielen sehen wir, dass selbst die besten Böden der landwirtschaftlichen Nutzfläche des gesetzlichen Schutzes entbehren. Trotz den vorhandenen Gesetzen geht die starke Ausdehnung des Nettosiedlungsgebietes weiterhin auf Kosten sehr guter, landwirtschaftlich vielseitig nutzbarer Böden. Heute sind selbst in Gemeinden des Alpenvorlandes über 50% ihrer für Ackerbau oder intensiven Naturfutterbau sehr gut geeigneten Böden durch Planungs- und Siedlungsvorhaben gefährdet.

Ebenso ist bisher die Rekultivierung abgebauter Flächen keiner Rechtsverbindlichkeit unterworfen. Landwirtschaftlich ursprünglich bevorzugte Böden erhalten nach dem Abbau und der nachfolgenden Rekultivierung nie mehr dieselbe hohe Qualität. Man hat

im Gegenteil grösste Mühe, mit dem anstehenden Material einen nur einigermaßen nutzbaren Boden zu erhalten. Genetisch gesehen sind unsere Böden alle geschichtet. Ausgebeutet und aufgefüllt jedoch liegt das Material ungeschichtet, ist in vielen Fällen ungeeignet und in hohem Grade verdichtet.

Ueber chemische, organische und bodenmikrobiologische Aspekte im Rahmen des Bodenschutzes sind uns die Probleme bereits eingehend dargelegt worden. Ergänzend sei noch auf den Grundwasserschutz hingewiesen, der Auffüllmaterial mit guten Filtereigenschaften verlangt. In den vielen zu bearbeitenden Fällen des Bodenabbaues und dessen Rekultivierung wird jedoch der Grundwassereinzug geschmälert. Anstelle von Versickerung tritt Stauung auf. Auf diese Weise wird die Anreicherungsfläche in den meisten Fällen verkleinert. Ferner ist nach bisheriger Praxis die Möglichkeit gross, das Grundwasser zu gefährden. Oft gelangen unkontrolliert organische Stoffe in die unteren Lagen der Auffüllung. Man beobachtet keine homogene Abdichtung, sondern steile Schüttungen, wobei unkontrollierbare Verschmutzungen entstehen.

Dass die Landwirtschaft in der Raumplanung künftig sachgerechter behandelt werden soll, ist eine Auffassung, die heute auch der Jurist teilt⁶. In Form von drei Postulaten wird gefordert, die Raumplanung je nach Sachgebiet von oben oder von unten zu entwickeln. Zum Zweiten soll die Raumplanung der Kantone in deren Verfassungen eingebaut werden, um laut kantonalen Verfassungsordnungen "die Erhaltung der benötigten Landwirtschaftsflächen vorzuschreiben". Als drittes Postulat soll die Landwirtschaft "gleichberechtigt" sein neben der Waldwirtschaft, der Industrie und der Wohnwirtschaft". Erfolge Raumplanung mit Seele, so folge von selbst, "dass die Fruchtbarkeit der Böden zentraler und primärer Gesichtspunkt der Nutzung" sein müsse. Und der Jurist fügt bei⁶:

"Die gesetzlichen Grundlagen zur Verwirklichung dieser Postulate bestehen, um diese geeigneten Böden für die Landwirtschaft zu erhalten. Sie müssen jedoch angewendet werden. So ist es beispielsweise rechtswidrig, wenn eine Stadtgemeinde geeignete Böden, deren landwirtschaftliche Nutzung besteht und für zwei weitere Generationen gesichert ist, in die Industriezone einteilt. Folgerichtigerweise ist die Festlegung der grossen zusammenhängenden Landwirtschaftszonen Sache des Kantons."

Der Jurist wirft weiter die Frage auf: "Soll in Zukunft in der Nutzungsplanung der Siedelungen überhaupt noch mit der Vorstellung der Zonen gearbeitet werden?" Diese Frage ist umso berechtigter, nachdem die Landwirtschaft im Siedlungsgebiet heute und in Zukunft zu gross bemessene Bauzonen zu bewirtschaften hat⁹. Aus der Sicht des Juristen⁸ führt das zu zwei weiteren Postulaten. Einmal soll die Raumplanung in der Stadt zur Quartierungsschreibung und zu quartiergerechten Bauvorschriften übergehen; sie soll sich aus der "Geometrie der Zonen" lösen. Schliesslich sollen "gemeindliche ortsplanerische Landwirtschaftszonen" geschaffen werden.

Grundlage für solche Vorhaben sind die amtlichen Erläuterungen zum Raumplanungsgesetz¹⁰. Allgemeine Gültigkeit haben insbesondere die Hinweise zu Art. 16, Abs.1, wonach "das betreffende Land in die Landwirtschaftszone gewiesen werden soll....". Auch Übergangsrechtlich ist quantitativ der Schutz gegeben, indem nach Art. 16 des Raumplanungsgesetzes der Landwirtschaft zuzuweisendes Land "nicht ohne zwingende Gründe einer anderen Nutzung zugeführt werden" darf¹¹. Die Kantone haben dafür zu sorgen, dass bei der Zonenausscheidung solches Land grundsätzlich der Landwirtschaft erhalten bleibt¹².

Aber auch aus qualitativer Sicht ist es besonders wichtig, dass der bis heute in der grossen Kammer beschlossene Bodenschutz möglichst bald in Kraft gesetzt werden kann^{13,14}. Entsprechend den Bestimmungen im vierten Kapitel des Umweltschutzgesetzes

über Belastungen des Bodens sollten über die Vollziehungsverordnung alle Möglichkeiten zum Schutze des Bodens ausgeschöpft werden. Die Fruchtbarkeit der heute an Siedlungs-, Verkehrs- und Industriezonen grenzenden und in solchen Zonen liegenden landwirtschaftlichen Nutzflächen - und damit deren flächenmässige Ausdehnung - sind zu schützen.

Weiter sollen die Gesetzesbestimmungen zur Erhaltung und Wiedergewinnung von Böden und deren Fruchtbarkeit angewendet werden. Das betrifft nicht nur Böden in Bauerwartungsland, sondern ebenso ackerfähige Flächen in Gebieten intensiven Futterbaues, Rekultivierungsflächen von Gebieten des Abbaues von Steinen und Erden, wie auch solche in ausgedehnten Gebieten, wo durch forcierte touristische Erschliessungen die Fruchtbarkeit der Böden unwiederbringlich zerstört wird.

Dem fortschreitenden irreversiblen Flächenverlust an Böden bester natürlicher Fruchtbarkeit muss mit der konsequenten Anwendung und Durchsetzung der schon vorhandenen Rechtsregeln und solchen neuen Bestimmungen rechtsverbindlich Einhalt geboten werden. Die Nahrungsmittelversorgung unseres Landes in Notzeiten ist von diesen Böden abhängig. Vor drei Jahrzehnten waren es die heute dem intensiven Futterbau dienenden, als raigrasfähig umschriebenen Böden¹⁵, die dem kriegswirtschaftlich äusserst notwendigen Ackerbau dienten. Im Rahmen der jüngsten Ernährungsplanung¹⁶ sollte gesamtschweizerisch die offene Ackerfläche von heute 275'000 ha bis Mitte dieses Jahrzehntes auf 365'000 ha ansteigen. Dem Kanton St. Gallen, dessen offene Ackerfläche heute bei 3800 ha liegt, wurde eine Richtfläche von 15'000 ha auferlegt; doch soll die dazu notwendige zusätzliche Fläche bereits heute schon nicht mehr zur Verfügung stehen¹⁷. Nicht zuletzt aus diesem Grunde erfuhr das sanktgallische Baugesetz in jüngster Zeit in Art. 20 einen neuen Gesetzestext¹⁸, wonach die Schaffung von Landwirtschaftszonen neu geregelt wurde:

Art. 20, Abs.1

Als Landwirtschaftszonen sind Gebiete auszuscheiden, die sich für die landwirtschaftliche Nutzung oder den Gartenbau eignen oder im Gesamtinteresse landwirtschaftlich genutzt werden sollen.

Abs.2

Massgebend für die Eignung sind insbesondere klimatische Verhältnisse, Bodenqualität, Hangneigung und Geländeform in einem bestimmten Gebiet. Eignet sich Land in besonderem Masse für den Ackerbau, so ist es der Landwirtschaftszone zuzuweisen, wenn keine übergeordneten Interessen eine andere Nutzung erfordern.

Diese dem Nachtragsgesetz zum Baugesetz des Kantons St. Gallen entnommenen Bestimmungen sollen am 1. September 1983 in Kraft treten.

Die wichtigste gesetzliche Verankerung von Massnahmen zum Schutze des Bodens liegt jedoch heute schon in der Anwendung der bereits bestehenden gesetzlichen Grundlagen. Die wohl wichtigste Grundlage ist in Art. 1 des Raumplanungsgesetzes¹⁹ umschrieben. Als Zielsetzung steht an erster Stelle, "die natürlichen Lebensgrundlagen wie Boden, Luft, Wasser, Wald und die Landschaft zu schützen". Das bedeutet, den Schutz des Bodens mit dem Schutz des Wassers und der Luft gleichrangig zu betrachten. Das Waldareal²⁰ ist flächenmässig durch die forstliche Gesetzgebung absolut geschützt und darf in keiner Weise geschmälert werden. Bis heute jedoch ist der Umweltbereich Boden, insbesondere die landwirtschaftliche Nutzfläche absolut ungenügend geschützt worden. Die gesetzliche Verankerung des qualitativen Bodenschutzes wie auch die strikte Anwendung der Bestimmungen zum Schutze der landwirtschaftlich zu nutzenden Bodenfläche sind deshalb dringende Gebote.

Anmerkungen

- ¹ Frei E., F. Jäggli, K. Peyer, P. Juhasz und L.F. Bonnard: Bodenkarten unterstützen Meliorationen, Bonitierungen und Planungsarbeiten. Mitteilungen für die Schweizerische Landwirtschaft (MSL) 17, 12, 1969, 197-208
- ² Alther E.W.: Optimale Produktionsstandorte, landwirtschaftliche Bodennutzung und Raumplanung. SA aus "Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft", St. Gallen 1969, 182-186
- ³ Schutz des Bodens. Resolution der Mitglieder der BGS, verabschiedet anlässlich der Generalversammlung und wissenschaftlichen Tagung der Bodenkundlichen Gesellschaft der Schweiz am 6. März 1981
- ⁴ Bundesgesetz über die Förderung der Landwirtschaft...vom 3. Oktober 1951
- ⁵ Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer...vom 8. Oktober 1971
- ⁶ Bundesgesetz über die Raumplanung vom 22. Juni 1979
- ⁷ Alther E.W.: Die Anwendung der Bodenkarten bei der Schaffung von Landwirtschaftszonen. MSL 24, 9, 1976, 182-188
- ⁸ Usteri M.: Die Landwirtschaft in der Raumplanung aus ganzheitlicher Sicht. Tagungsreferat anlässlich der 64. Hauptversammlung der SVIL, Zürich 1982
- ⁹ Bieri H.: Die Landwirtschaft im Siedlungsgebiet. Referat gehalten an der 64. Hauptversammlung der SVIL vom 27. Oktober 1982, ETH-Zentrum, Zürich
- ¹⁰ EJPD, Bundesamt für Raumplanung: Erläuterungen zum Bundesgesetz über die Raumplanung. EDMZ Bern 1981, 56/57, 218/219
- ¹¹ Schürmenn L.: Bau- und Planungsrecht. Bern 1981, 132/133
- ¹² Dilger P.: Raumplanungsrecht der Schweiz. Handbuch für die Baurechts- und Verwaltungspraxis. Zürich 1982, 134/135
- ¹³ Alther E.W.: Die gesetzliche Verankerung des Bodenschutzes. Bulletin 6 der Bodenkundlichen Gesellschaft der Schweiz 4, 1982, 195-198
- ¹⁴ Umweltschutzgesetz. Beratung in der Ständeratskommission. NZZ vom 22./23. Januar 1983, 18, 31
- ¹⁵ Alther E.W.: Zonenplanung, Bodennutzung und Futtererträge im Kanton St. Gallen. Veröffentlichungen des Seminars für Agrarpolitik und Agrarrecht an der Hochschule St. Gallen 11, 1982, 9-27
- ¹⁶ Verordnung des Bundesrates über Richtflächen für den Ackerbau vom 6. Juli 1977
- ¹⁷ Zwingli W.: Kulturland erhalten. Gross-Anzeiger, St. Gallen 8, vom 22. Februar 1983
- ¹⁸ Nachtragsgesetz zum Baugesetz des Kantons St. Gallen, Art. 20, Abs.1 & 2, erlassen am 24. November 1982
- ¹⁹ Bundesgesetz über die Raumplanung (RPG) vom 22. Juni 1979 (Stand am 1. Okt. 1980), Art. 1a
- ²⁰ Bundesgesetz betreffend die Forstpolizei vom 11. Oktober 1902, Art. 31, und das Bundesgesetz des Jahres 1876 über die Gebirgswalderhaltung.

JAHRESBERICHT / RAPPORT D'ACTIVITE 1982/83

Veranstaltungen im Berichtsjahr

Von allen Veranstaltungen liegen ausführliche Protokolle vor.

- Generalversammlung und Jahrestagung:
12. März 1982 am Geographischen Institut der Universität Basel.
Anschließend fand eine Postersession mit 27 Ausstellungsbeiträgen statt.
Durchschnittlich jedes vierte Mitglied der Gesellschaft hat also einen Poster präsentiert.
Der Gastgeber, Prof. Dr. H. Leser, schloss den wissenschaftlichen Teil der Tagung mit seinem Vortrag über
"Geoökologische Bodenerosionsforschung".
- Jahresexkursion im Walliser Rhonetal vom (26.) 27./28. August 1982.
Sechs Referenten beleuchteten verschiedene Aspekte der Wechselbeziehungen zwischen dem Boden und dem Einflussfaktor Wasser.
- Die Arbeitsgruppen waren nicht nur aktiv, sondern auch produktiv (vgl. dazu die Tätigkeitsberichte der Präsidenten der Arbeitsgruppen). Besonders erwähnt sei das durch die Arbeitsgruppe "Organische Substanz" organisierte Symposium an der SNG-Tagung in Basel und die durch die Arbeitsgruppe "Bodenschutz" ausgearbeiteten Richtlinien für die Rekultivierung von Kiesgruben.

Dokumentation Boden, Nationales Forschungsprogramm Boden

Viele unserer Mitglieder, einzelne Arbeitsgruppen und der Vorstand haben sich an der Umfrage beteiligt. Diese wurde durch das Bundesamt für Raumplanung in Auftrag gegeben und durch die Gesellschaft für Angewandte Geographie durchgeführt. Die Ergebnisse wurden veröffentlicht und an einem Seminar an der Universität Bern vorgestellt (8.9.1982). Der Entscheid über ein allfälliges Nationales Forschungsprogramm auf diesem Sektor ist noch hängig.

Kontakte

Die Exkursion nach Oesterreich findet an folgenden Daten statt:

14. - 16. September 1983	Exkursion der OeBG
17./18. September 1983	Freies Wochenende in Wien
19./20. September 1983	Exkursion für die "Schweizer Kollegen"

Unsere Gesellschaft wurde angefragt, ob wir im Rahmen der ISSS-Tagung (Hamburg 1986) bereit wären, eine "Schweizer-Exkursion" zu offerieren.

Mitgliederbestand

Die letztjährigen Zahlen sind in Klammern angegeben:

Studentische Mitglieder		Eintritte	5	(0)	
total	13	(8)	Austritte	0	(0)
Einzelmitglieder		Eintritte	10	(16)	
total	133	(126)	Austritte	3	(2)
Kollektivmitglieder	9	unverändert			
Insgesamt	155	(143)	Mitglieder		

Wenn die Zuwachsrate an Mitgliedern den Trend der letzten drei Jahre bis ins Jahr 2000 beibehält, dann werden wir um die Jahrtausendwende etwa einen Bodenkundler pro 18000 Einwohner zählen, beziehungsweise knapp einen pro 10000 Hektaren.

Birmensdorf, 11. Februar 1983

Bodenkundliche Gesellschaft
der Schweiz

Der Präsident:
Hannes Flühler

BERICHTE DER ARBEITSGRUPPEN

1. Arbeitsgruppe für BODENKLASSIFIKATION und NOMENKLATUR

Die Arbeitsgruppe hat im vergangenen Jahr an zwei Sitzungen und einer Exkursion die Diskussion über die Umschreibung und die Anwendungsmöglichkeiten von diagnostischen Horizonten in der Schweiz fortgesetzt. Die Ueberprüfung von Definitionen im Feld am natürlich gelagerten Bodenprofil erfolgte anlässlich einer Exkursion ins Gental und nach Schwarzenberg. An zwei ausgeprägten Podsolprofilen mit Rohhumus konnten die dazugehörenden diagnostischen Horizonte erörtert werden.

Eine Delegation unserer Arbeitsgruppe hat vom 15. - 17.9.82 an einer Arbeitssitzung mit Exkursion der Kommission V der DBG in München teilgenommen. Das Thema der Tagung war die Klassifikation und die Nomenklatur alpiner Böden auf Karbonatgestein und ihren Auflagehumusformen gewidmet. Das Ziel der Veranstaltung wurde in einer ersten Verständigung über die systematische Ansprache und einem Gedankenaustausch über die Definitionen der Horizonte für eine Klassifikation der genannten Böden zwischen Oesterreich, der Schweiz und der Bundesrepublik Deutschland gesehen. Die Abschlussdiskussion hat gezeigt, dass mit der Arbeitssitzung ein wichtiger Schritt in Richtung Koordination vorgenommen wurde, dass aber für die Zukunft, bei den vorgesehenen weiteren gemeinsamen Gesprächen, viel Kompromissbereitschaft aufzubringen ist, damit das geforderte Ziel einer einheitlichen Systematik auch nur in Teilbereichen je erreicht werden kann.

Für das kommende Jahr ist geplant, die diagnostischen Horizonte in unserer Arbeitsgruppe abschliessend zu behandeln.

Birmensdorf, 1. Februar 1983

P. Lüscher

2. Groupe de travail sur la MATIERE ORGANIQUE DU SOL

L'activité 1982 du groupe s'est limitée à la préparation et à l'organisation d'un Symposium sur les "Sols organiques menacés de Suisse", dans le cadre de l'assemblée annuelle de la SHSN (Bâle, 7 octobre 1982).

La publication de nos travaux dans l'annuaire scientifique de la SHSN ne leur assure pas l'impact souhaité dans le grand public. A l'initiative de Christian GYSI, nous envisageons de lancer une action de sensibilisation des milieux concernés, et de l'opinion publique à ce sujet. Les premiers contacts sont déjà prises.

Nyon, le 11 mars 1983

J.-A. Neyroud

3. Arbeitsgruppe LYSIMETER

Am 9. Juli und 3. Dezember 1982 traf sich die Arbeitsgruppe zu ihren ordentlichen Tagungen. Behandelt wurden die beiden Themata:

- Fehler von Niederschlagsmessungen und
- Uebertragbarkeit von Lysimeterdaten auf Freilandversuche.

Mit diesen Tagungen verbunden waren jeweils auch die Besichtigung der Anlagen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie in Riedholzbach und derjenigen des Institutes für Pflanzenbau in Eschikon.

Die Tagung über die Fehler der Niederschlagsmessungen ergab eindeutig, dass bodeneben versetzte Regenmesser die besten Werte liefern. Allgemein ist deshalb zu jeder Lysimeteranlage ein bodenebener Niederschlagsmesser zu empfehlen. Hinsichtlich der Uebertragbarkeit der Lysimeterwerte auf Freilandverhältnisse zeigte sich, dass längerfristige (Vegetationsperiode) Untersuchungen eine gute Uebereinstimmung ergeben, während bei kurzfristigen Messwerten (Tageswerte) die Abweichungen stärker streuen.

Als Tagungstermin für das Jahr 1983 wurden festgelegt:

6. Mai (Basel) und 2. Dezember (Zürich).

Aus verschiedenen Gründen erwünscht erschien der Arbeitsgruppe eine gewisse Rotation des Gruppenleiters. Deshalb wurde dazu neu ab 1983 Dr. H. Blum, Institut für Pflanzenbau ETHZ, bestimmt. Sein Stellvertreter ist Dr. J.P. Ryser, RAC Changins-Nyon.

Zürich-Reckenholz, 11. März 1983

F. Jäggli

4. Arbeitsgruppe SCHUTZ DES BODENS

Zwei der 15 Mitglieder der Arbeitsgruppe mussten infolge Arbeitsüberhäufung sich auf Ende dieser Amtsperiode zurückziehen. Während der Berichtsperiode fanden drei Vollsitzungen statt. Daneben traf sich die Gruppe "Normen für die Rekultivierung von Böden", zu der sich auch noch die Herren Flühler, Jäggli und Kaufmann gesellten, zwischen Mai 1982 und Februar 1983 an 5 Sitzungen und einer Exkursion, an denen das Thema "Kiesabbau und Rekultivierung" eingehend behandelt wurde.

Aus der persönlichen Kontaktnahme mit dem Vorsteher des Baudepartementes des Kantons Aargau, Herrn Regierungsrat Ursprung, entwickelte sich eine enge Zusammenarbeit mit Vertretern der Abteilungen für Landwirtschaft und für Gewässerschutz, mit dem Auftrag, Normen für die Rekultivierung zu schaffen, was weitere Besprechungen nach sich zog. Die Aufrechterhaltung von Querverbindungen mit Vertretern anderer Arbeitsgruppen der BGS erwies sich dabei als äusserst nützlich. An dieser Stelle sei allen Beteiligten für ihre wertvolle Mitarbeit bestens gedankt.

Wichtigstes Ergebnis dieser intensiven Zusammenarbeit stellt ein erster Normenentwurf dar, den die gesamte Arbeitsgruppe in ihrer Vollsitzung vom 28. September 1982 zur Kenntnis nahm, neu gliederte. Die acht Mitglieder der Untergruppe erarbeiteten mit den Vertretern des Kantons Aargau inzwischen die neue Fassung des Berichtes KIESABAU UND LANDWIRTSCHAFT, aufgeteilt in ein "Masterfile" und ein "Merkblatt" über die Rekultivierung von Kulturland, dessen erste Lesung kürzlich stattfand. Es wird die erste Aufgabe im nächsten Berichtsjahr der Arbeitsgruppe sein, diesen Bericht zuhanden des Regierungsrates des Kantons Aargau zu verabschieden. Interessenten können den Text beim Präsidenten der Arbeitsgruppe anfordern.

Bezüglich des Bodenschutzartikels in dem vom Nationalrat in der Märzsession 1982 verabschiedeten Umweltschutzgesetz pflegte die Arbeitsgruppe den Kontakt mit dem Präsidenten der ständerätlichen Kommission zur Beratung dieses Gesetzes weiter. Das Gesetz soll nach Möglichkeit in der Junisession vor den Ständerät kommen, nachdem die vorbereitende Kommission des Ständerates in ihrer vierten Sitzung mit der Detailberatung begann.

Weitere Arbeiten und Korrespondenzen galten der Bodenbelastung durch Klärschlamm, durch Cadmium und der Zusammenarbeit mit dem Fachverband Sand und Kies in Nidau. Zur Kenntnis genommen wurde auch das Kiesabbauprojekt Kerzers und die Motion betreffend bedrohte organische Böden im Kanton Bern. Sechs unserer Mitglieder fanden sich bereit, durch Beiträge sich an der diesjährigen Wissenschaftlichen Sitzung an der EPFL zu beteiligen.

Flawil, 10. März 1983

E.W. Alther

5. Groupe ZOOLOGIE DU SOL

Composition du groupe :	membres actifs	5
	membres passifs	7

Nombre de séances tenues : 4

L'activité du groupe est centrée sur la préparation d'une recherche interdisciplinaire sur le milieu prairial. Le choix s'est porté sur une prairie semi-naturelle pâturée du Plateau suisse, sise sur les terres de la Station de Grange-neuve (Fribourg).

Une demande d'aide financière pour une étude préparatoire d'une année a été adressée aux Départements d'agriculture et aux Services de protection des eaux de dix-huit cantons. Etant donné qu'une seule réponse favorable a été reçue, le groupe se trouve dans l'obligation d'activer la préparation d'une requête au Fonds national suisse de la Recherche scientifique.

Une séance de travail s'est tenue à Changins, où les grandes lignes du projet ont été discutées avec des spécialistes de la Station fédérale.

Une autre séance a eu lieu à Grangeneuve. Elle nous a permis de rencontrer les responsables de la Station, qui se montrent très favorables à notre projet, et de choisir la parcelle où se dérouleront les recherches.

Le Dr. Bieri a déjà établi la carte de cette parcelle.

Signalons en outre que le centre de documentation sur l'écologie prairiale, organisé par le Dr. Zettel à l'Institut de Zoologie de l'Université de Berne, a poursuivi son activité.

Neuchâtel, le 10 mars 1983

W. Matthey

6. Arbeitsgruppe KOERNUNG

Auf Antrag der Arbeitsgruppe "Körnung" hat die Generalversammlung der BGS am 11. März 1983 beschlossen, die nachstehenden Umschreibungen und Benennungen des Bodenskeletts als offizielle Version der Gesellschaft zu erklären und ihren Mitgliedern zur Anwendung zu empfehlen.

1. Skelett-Fraktionen

1.1. Feinskelett: 0,2 - 5,0 cm (Kies)

- Feinkies: 0,2 - 2,0 cm
- Grobkies: 2,0 - 5,0 cm

1.2. Grobskelett: über 5,0 cm (Steine und Blöcke)

- Kleine Steine : 5 - 10 cm
- Grosse Steine : 10 - 20 cm
- Kleine Blöcke : 20 - 50 cm
- Grosse Blöcke : über 50 cm

2. Benennung des Bodens nach Skelettgehalt (Skelett-Klassen)

Gesamt-Skelett		Benennung, wenn mehr als	
Vol. %	Benennung	2/3 Fein-Skelett	1/3 Grob-Skelett
0 - 5	skelettfrei - skelettarm		
5 - 10	schwach skeletthaltig		
10 - 20	skeletthaltig	kieshaltig	steinhaltig
20 - 30	stark skeletthaltig	stark kieshaltig	stark steinhaltig
30 - 50	skelettreich	kiesreich	steinreich/blockreich
50	extrem skelettreich	Kies	Steine / Blöcke

Die vorliegende Umschreibung der Skelettfractionen und die entsprechende Benennung des Bodens berücksichtigt die Bedürfnisse der Bodenkartierung, der Bodenbewertung und der Bodenbearbeitung. Sie wurde im praktischen Feldeinsatz getestet und hat sich bewährt.

Zollkofen, 5. April 1983

A. Kaufmann