

BULLETIN

20

Jahrestagung vom 14. und 15. März 1996 in Yverdon VD

Nutzungsänderungen in der Landwirtschaft

Referate, Texte zu den Postern

Tätigkeitsberichte

BODENKUNDLICHE GESELLSCHAFT DER SCHWEIZ

SOCIETE SUISSE DE PEDOLOGIE

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

Telefon 01 257 51 21/11 **Fax** 01 362 52 27

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

Vorstand / Comité 1996

Präsident	/	Président:	J.-M. Gobat, Neuchâtel
Vize-Präsident	/	Vice-président:	F. Borer, Solothurn
Beisitzer	/	Assesseur:	P. Germann, Bern
Sekretär	/	Secrétaire:	P. Fitze, Zürich
Rechnungsführer	/	Comptable:	M. Jozic, Ebikon

Redaktion / Rédaction

M. Müller

Schweizerische Ingenieurschule für Landwirtschaft

3052 Zollikofen Tel. 031 910 21 24 Fax 031 910 22 96

Dokumentationsstelle / Service des documents

Landw. Lehrmittelzentrale LMZ, Länggasse 79,

3052 Zollikofen Tel. 031 911 06 68 Fax 031 911 49 25

Vorsitzende der Arbeitsgruppen / Présidents des groupes de travail

Klassifikation und Nomenklatur:	P. Fitze, Zürich
Körnung und Gefüge:	P. Weisskopf, Zürich-Reckenholz
Lysimeter:	J. Brändli, Zürich
Bodenschutz und Werthaltung:	U. Vökt, Bern
Bodenerosion/Bodenkonservierung:	D. Schaub, Basel

Koordination Ausstellung und Broschüre BODEN/SOL

U. Zihlmann, Zürich-Reckenholz

01 377 74 08

BODENKUNDLICHE GESELLSCHAFT DER SCHWEIZ

SOCIETE SUISSE DE PEDOLOGIE

BULLETIN 20

1996

Jahrestagung vom

14. und 15. März 1996 in Yverdon VD

Nutzungsänderungen in der Landwirtschaft

Referate, Texte zu den Postern

Tätigkeitsberichte

Schriftleitung: M. Müller, Zollikofen

ISSN 1420-6773

ISBN 3 260 05396 4

Juris Druck und Verlag
Dietikon 1996

Publikationen der Bodenkundlichen Gesellschaft der Schweiz

Bestellungen, Versand: Landw. Lehrmittelzentrale LMZ
Länggasse 79
3052 Zollikofen
Tel. 031 911 06 68
Fax 031 911 49 25

BGS-Bulletins (Preis Fr. 15.- pro Stück ohne Versandkosten)

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

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

BGS-Dokumente (Preis Fr. 10.- pro Stück ohne Versandkosten)

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

(No. 1 und 2 deutsch vergriffen)

Weitere Publikationen

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

ISSN 1420-6773

ISBN 3 260 05396 4

Copyright: 1996 Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz

Tagung vom 15. März 1996: Referate, Texte zu den Postern

H.-J. LEHMANN et B. DECRAUSAZ Aspects politiques de l'utilisation du sol	5
C. SOMMER Ein landtechnisches Konzept für bodenschonendes Befahren im Ackerbau - die Herausforderung an die heutige Land- bewirtschaftung	7
G. BROLL Auswirkungen der Extensivierung auf den Boden	15
U. ZIHLMANN, P. WEISSKOPF, TH. ANKEN und M. RÜTTIMANN Bodenseparieren - eine neuartige Bodenbearbeitungstechnik	25
TH. ANKEN, TH. HILFIKER und R. SANDRI Saatbettfeinheit mit Bild- und Siebanalyse bestimmen	29
L. KOHLI, CH. GOEZ, F. SCHÖNHOLZER, O. DANIEL und J. ZEYER Einfluss von Wanderbrache und Chinaschilf auf Boden- organismen	31
M. BRAUN und U. SIEBER Massnahmen zur Verminderung der diffusen Nährstoff- verluste im Rheineinzugsgebiet der Schweiz unterhalb der Seen	33
A. FLIESSBACH, P. MÄDER, A. WIEMKEN and U. NIGGLI Metabolic diversity of microbial populations from soils of different agricultural systems	37
K. NOWACK und P. MÄDER Reproduzierbarkeit von Bodenprobenahmen für mikro- biologische Untersuchungen - erste Ergebnisse einer Fallstudie	41
K. ZEPP, D. HAHN and J. ZEYER <i>In situ</i> analysis of uncultured <i>Frankia</i> populations in root nodules of <i>Alnus glutinosa</i> from different stands	45
D. ANGEHRN, R. GÄLLI and J. ZEYER Movement and fate of residual contaminants in bioremediated soil	47
Jahresbericht / Rapport d'activités 1995	51
Berichte der Arbeitsgruppen	53
Klassifikation und Nomenklatur	53
Lysimeter	54
Hinweise für Autoren	56

Résumé de l'exposé "Aspects politiques de l'utilisation du sol"

par H.-J. Lehmann et B. Decrausaz,

Etat-major Ecologie de l'Office fédéral de l'agriculture

Au cours des siècles, les hommes ont influencé, et modifié, l'environnement de toute la planète, y compris du sol. Ces changements, parfois bénéfiques, ont souvent aussi endommagé le milieu. Les pressions tant internes qu'internationales exigent actuellement des adaptations économiques qui se répercutent sur les structures et les techniques de production agricoles.

1. Modification structurelle de l'utilisation du sol

1.1. Au cours des siècles

Le début du 18e siècle voit sa première révolution verte. D'un système d'exploitation extensif entraînant une fatigue des sols, on passe à des systèmes d'exploitation intensifs (culture du trèfle, plus tard apparition des cultures sarclées). Ce nouveau mode de production n'a pas que des avantages, car on voit alors apparaître les premiers symptômes de sclérotinose du trèfle et de maladies sur les céréales liées à l'assolement.

Dès le 20e siècle, l'augmentation de la population a nécessité, de plus en plus de terres pour la construction de bâtiments et d'autres équipements d'infrastructure. L'augmentation de la demande en nourriture, en qualité, et en quantité, l'augmentation de la productivité (progrès technique, utilisation accrue des engrais et des produits phytosanitaires, des machines puissantes et la rationalisation) ont conduit à une modification de l'utilisation des terres agricoles. Celle-ci conduit, tout particulièrement sur le plateau suisse, à une modification du rapport entre les terres ouvertes et les prairies.

Des influences externes telles que la charge en métaux lourds ou l'accroissement du taux d'ozone exercent aussi des pressions sur le sol au détriment de l'agriculture. De plus, le comportement des consommateurs a des effets indirects sur l'utilisation des sols quand ils imposent, par exemple, des tomates en toute saison.

1.2. Dès 1990

Le début des années nonante voit apparaître une nouvelle orientation de la politique agricole suisse. Lors de la première étape, la Confédération commence à limiter et réduire son soutien aux prix des produits agricoles en introduisant parallèlement une rémunération des prestations générales de l'agriculture par des paiements directs non liés à la production (séparation de la politique des prix de celle du revenu). Ces indemnisations sont accordées à titre de tâches d'intérêt général telles que l'entretien du paysage ou pour des prestations écologiques. Une modification de l'utilisation des sols attribuée à cette nouvelle politique agricole n'est pas encore très visible pour la population, si ce n'est par l'apparition de surfaces de compensation écologique (extensification de prairies, terres assolées utilisées en prairies extensives, création de haies). Les contributions écologiques, de par les exigences qu'elles imposent en particulier dans l'assolement, ont cependant des répercussions sur la répartition des cultures et sur les techniques de production.

1.3. A l'avenir

Cette première ,tape sera suivie d'une seconde réforme intitulée "Politique agricole 2002". Celle-ci a comme objectif d'améliorer la compétitivité, de libéraliser les prix et les marges, de réduire les coûts et d'orienter l'agriculture vers une production durable. Par ces mesures, l'agriculture sera beaucoup plus fortement influencée par le marché et le commerce: il faut espérer qu'ils sauront prendre leurs nouvelles et importantes responsabilités.

Cette nouvelle politique devrait influencer l'utilisation des sols. D'une part, les terres ouvertes devraient disparaître des zones non propices et d'autre part, la charge en bétail dans certaines régions devrait se réduire fortement. Parallèlement à ces modifications structurelles, cette politique devrait amener à des solutions environnementales telles qu'une meilleure efficacité de l'azote. Les milieux scientifiques sont donc invités à développer des techniques de production qui permettent de diminuer les pertes azotées dans l'environnement.

2. Modification des techniques de production

L'intensification de l'agriculture, réponse aux besoins de la population, a nécessité, non seulement une diversification dans l'utilisation du sol mais aussi une augmentation de la productivité. La recherche, entre autre par la sélection et l'amélioration des techniques de production, y a fortement contribué. Un autre facteur déterminant a été l'utilisation accrue d'intrants (engrais, produits phytosanitaires, fourrages concentrés).

La tendance, ces dernières années, est cependant à une réduction de l'utilisation non seulement des engrais mais aussi des produits phytosanitaires.

La politique agro-environnementale devrait accentuer encore cette tendance dans les années à venir. Une participation accrue aux programmes écologiques proposés par la loi sur l'agriculture, la mise en oeuvre de la politique agricole 2002 ainsi qu'un encadrement efficace de la recherche et de la vulgarisation devraient selon certaines estimations entraîner, entre autre, une réduction du potentiel de pertes azotées.

3. En conclusion

A long terme, l'humanité ne pourra vivre sur terre que si l'ensemble des pratiques sociales obéissent au principe de la durabilité. L'agriculture qui utilise et entretient les terres cultivées, apporte à cet égard une contribution substantielle. L'exploitation durable a pour objectif de maintenir la plupart de la surface agricole utile. Elle consiste en premier lieu à entretenir la fertilité du sol, mais également à réduire les atteintes à l'environnement. Les agriculteurs se voient donc dans l'obligation d'adopter un mode d'exploitation permettant de sauvegarder à long terme les bases naturelles de la vie, dont le sol.

Afin d'atteindre cet objectif, les pouvoirs publics utilisent les instruments conventionnels tels que la recherche, la formation et la vulgarisation ainsi que des mesures coercitives. Des incitations économiques, telles que les contributions écologiques favorisant une exploitation conforme aux exigences liées à la protection de l'environnement et des animaux complètent cet arsenal. Celles-ci vont devenir une partie importante du revenu agricole. Cela devrait entraîner une progression rapide des méthodes de production ménageant l'environnement et donc le sol.

Ein landtechnisches Konzept für bodenschonendes Befahren im Ackerbau - die Herausforderung an die heutige Landbewirtschaftung

C. Sommer^{*)}

1 Einleitung

Die Anpassung der Landwirtschaft an wirtschaftliche Rahmenbedingungen hat zu Entwicklungen geführt, die durch enge Fruchtfolgen, verstärkte Düngungs- und Pflanzenschutzmaßnahmen, durch intensive Bodenbearbeitung (Sommer und Zach, 1993) sowie nicht zuletzt durch den Einsatz schwerer Maschinen, Geräte, Transportfahrzeuge und Traktoren (Bolling und Söhne, 1982) gekennzeichnet ist.

Zwar gibt es heute keine allgemein gültigen Beweise dafür, daß infolge solcher Entwicklungen die Bodenfruchtbarkeit grundsätzlich in Gefahr wäre. Dennoch ist nicht zu übersehen, daß heutige Bewirtschaftung zu Problembereichen geführt hat bzw. dazu führen kann. Es gilt solchen Gefahren dort vorzubeugen, wo sie sich heute abzeichnen oder wo ihnen nach neusten Erkenntnissen im Sinne der Vorsorge entgegengewirkt werden kann. Diese Gefahren auszuschließen ist insbesondere dann schwierig, wenn akzeptiert wird, daß die zu erhaltenen Funktionen des Bodens vielschichtig und mit der Ertragsfähigkeit allein nicht abgedeckt sind (Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen, 1985).

Als einer dieser Problembereiche ist die Bodenverdichtung seit Einführung der Mechanisierung in die pflanzliche Produktion immer wieder angesprochen worden. Im folgenden wird ein Konzept (Sommer et al., 1994) dargestellt, das im Sinne einer umweltverträglichen und kostensparenden Landbewirtschaftung heutige Forderungen des Bodenschutzes wie auch die Wettbewerbsfähigkeit einbezieht.

2 Problemstellung

Die Zunahme der Bodendichte bzw. die Abnahme des Porenvolumens ist beim Befahren von Ackerflächen die Folge des über das Fahrwerk (Reifen, Raupe) in

^{*)} Dir. u. Prof. Dr.-Ing. Claus Sommer ist Leiter des Instituts für Betriebstechnik der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL), Bundesallee 50, 38116 Braunschweig

den Boden eingeleiteten Bodendrucks, wenn dieser den mobilisierbaren Widerstand des Bodengefüges übersteigt (Horn, 1986). Sind Tankwagen (Gülleausbringung), Transportfahrzeuge (Ernte) und selbstfahrende Erntemaschinen wegen ihrer zunehmenden Gesamtmassen kritisch zu analysieren, so haben auch Traktoren mit ihren Furchenrädern beim Pflügen infolge Kontaktflächendruck und Schlupf im Laufe der Jahrzehnte Krumbasisverdichtungen (Schlepper- radsohlen) hervorgerufen (Sommer, 1985; Petelkau, 1986), welche die für das Pflanzenwachstum notwendige physikalische Verzahnung zwischen Ackerkrume und Unterboden unterbrechen können und sich der üblichen Bearbeitung entziehen. Von weiter zunehmenden Radlasten geht die Gefahr aus, daß sich diese Unterbodenverdichtungen stärker in die Tiefe des Bodenprofils ausbreiten können.

Die damit entstehenden Kosten (Wiederauflockerung, Ertragssicherheit) sowie die Vorsorge hinsichtlich möglicher schädlicher Bodenveränderungen (bis hin zu allgemeinem Bodenschutz) verlangen keine Reparaturmaßnahmen, sondern ein vorbeugendes Konzept für bodenschonendes Befahren.

3 Lösungsansätze

Diese Konzept bezieht drei landtechnische Ansätze (hier: Einsatz von Technik im Ackerbau) für bodenschonendes Befahren ein:

- Nutzung **technischer Möglichkeiten** und Weiterentwicklungen
- Anpassung/**Fortentwicklung von Arbeitsverfahren**
- **Verbesserung der Befahrbarkeit** des Bodens.

3.1 Nutzung technischer Möglichkeiten und Weiterentwicklungen

In jüngster Zeit wurde der Verringerung des Kontaktflächendrucks (in der Berührungsfäche Fahrwerk/Boden) große Aufmerksamkeit geschenkt. Zu den schon lange bekannten Gitter- und Zwillingsrädern kamen Breit- und Terrareifen hinzu. Die Vergrößerung deren Aufstandsflächen hat bei gleicher Radlast die Verringerung des Kontaktflächendrucks zur Folge. Dies führt zu geringerem Bodendruck in der Ackerkrume und ggf. darüber hinaus (Abb. 1).

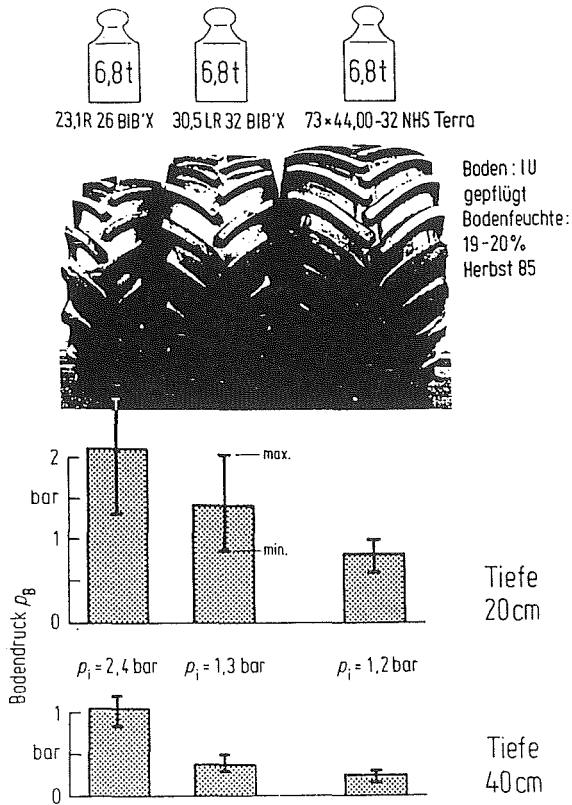


Abb. 1: Bodendruck unter drei verschiedenen Reifen bei gleicher Radlast (Steinkampf und Sommer, 1988).

Die jüngste Entwicklung sind Dreispurfahrzeuge, die die Gesamtlast auf drei oder fünf Terrareifen über die ganze Fahrzeugbreite verteilen. Weitere technische Möglichkeiten können helfen, das Problem zu mindern. Dazu gehören die Anpassung des Reifeninnendruckes an den Zustand der Fahrbahn (Boden, Straße), der Einsatz von Aufsattel- statt Anbaugeräten zur Reduzierung der Hinterachslast des Traktors sowie der Allradantrieb.

Gummibandlaufwerke, welche die Vorteile der bekannten Gleiskette nutzen und einige deren Nachteile vermeiden, sind kostengünstig weiterzuentwickeln. Für das Pflügen wäre nicht der bislang eingeschlagene Weg - ständig größer werdende Arbeitsbreiten durch mehr Schare und notwendigerweise höhere erforderliche Schlepperleistung - fortzusetzen, sondern etwa ein- bis zweischarige

Pflugroboter zu entwickeln, die ohne Bedienungsperson rund um die Uhr einzusetzen wären (Steinkampf, 1994).

3.2 Fortentwicklung von Arbeitsverfahren

Die bekannten und weiterzuentwickelnden Möglichkeiten sind zusammengefaßt:

- Zusammenlegen von Arbeitsgängen
- Fahren außerhalb der Furche beim Pflügen
- "spurfreie" Arbeitsgänge (Grundbodenbearbeitung und Bestellung in einem Arbeitsgang, Abb. 2)
- Schlagkraft vorhalten (damit das Befahren des Ackerbodens bei trockenem Bodenzustand erfolgt)
- Einsatz zapfwellengetriebener statt gezogener Geräte (zur Herabsetzung erforderlicher Zugkräfte)
- Sommer- statt Winterfurche (wegen der in der Regel trockeneren Bodenbedingungen).

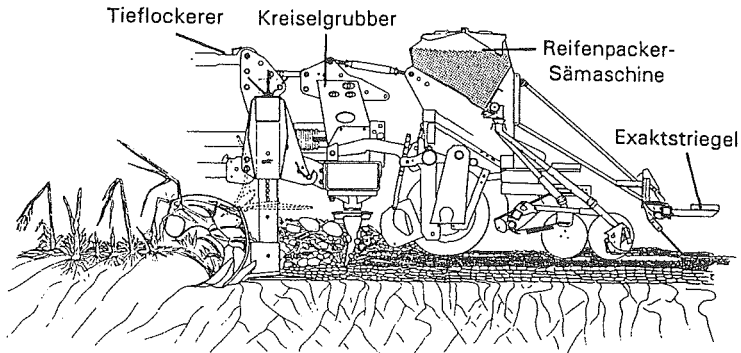


Abb. 2: Kombination aus Lockerungsschare, Kreiselgrubber, Reifenpacker-sämaschine (Fa. Amazone)

Neue Ansätze sind etwa:

- Beetkonzepte (controlled traffic, Taylor, 1986)
- Fahrgassensysteme nicht nur im Getreidebau
- Schachtpflügen (Unger et al., 1989)
- Mechanisierungsalternativen (Pflugroboter u. a.).

3.3 Verbesserung der Befahrbarkeit des Bodens

Die Ergebnisse von Feldversuchen (Sommer und Zach, 1993) zeigen, daß krumentiefe Bodenlockerung im Vergleich zu herkömmlichen Verfahren ohne Ertrgaseinbußen beträchtlich reduziert werden kann, wenn bodenschonend gelockert wird. Das Bodengefüge nicht so zu stören und weniger zu überlockern (würde "Rückverfestigung" entbehrlich machen) gelingt mit nichtwendender, fruchtfolgespezifischer Bodenlockerung (erster Baustein Konservierender Bodenbearbeitung, Sommer, 1996).

Der Zeitpunkt für diese Maßnahme ist in der Fruchtfolge sorgfältig abzuwägen. Steht etwa zwischen zwei Hauptfrüchten eine Zwischenfrucht, so ist vor deren Bestellung unter trockenen Bedingungen (im Bereich der gesamten Lockerungstiefe!) der günstigste Termin. Gelingt damit nämlich die biologische Stabilisierung des mechanisch geschaffenen Bodengefüges, so bestehen nachfolgend günstige Voraussetzungen sogar für die Direktsaat (also die Bestellung ohne jegliche Bodenbearbeitung). In jedem Fall ist nichtüberlockertes Bodengefüge besser befahrbar und hilft, Schadverdichtungen vorzubeugen.

Am Beispiel einer beliebigen Druckzwiebel (Abb. 3) kann der Vorteil konservierender Bodenbearbeitung veranschaulicht werden.

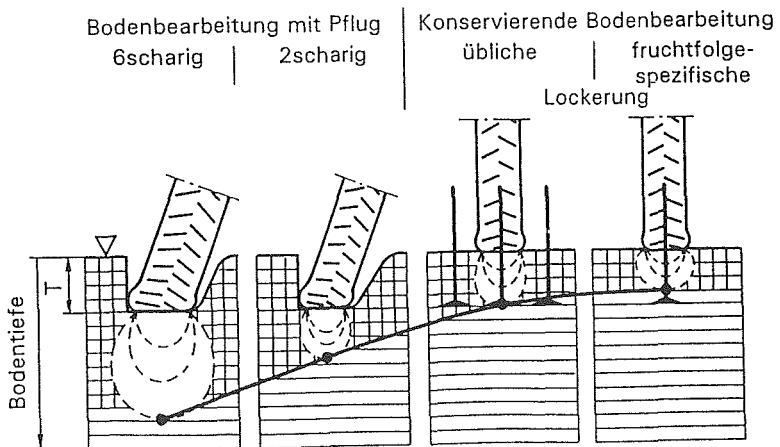


Abb. 3: Zur Tiefenwirkung einer betrachteten Druckzwiebel während der Durchführung unterschiedlicher Grundbodenbearbeitung (Sommer und Zach, 1993)

Am tiefsten reicht sie beim Pflügen mit hoher Radlast und wesentlich weniger tief, wenn das Traktorrad auf der Bodenoberfläche bleibt und der Boden infolge nichtwendender, fruchtfolgespezifischer (etwa nur einmal in drei Jahren) Lockerung tragfähiger ist. Dies hilft zudem maßgeblich, Kosten für aufwendige Grundbodenbearbeitung und Investitionen (überbetriebliche Nutzung des leistungsfähigen und teuren Ackerschleppers) zu sparen.

4 Ableitung des Konzeptes für bodenschonendes Befahren

Zur

- Vorbeugung von Schadverdichtungen
(umweltverträgliche Landbewirtschaftung)
- und**
- Reduzierung von Kosten
(wettbewerbsfähige Landbewirtschaftung)

sind die drei genannten Lösungsansätze zu einem Gesamtkonzept praxisrelevant zusammenzuführen (Abb. 4):

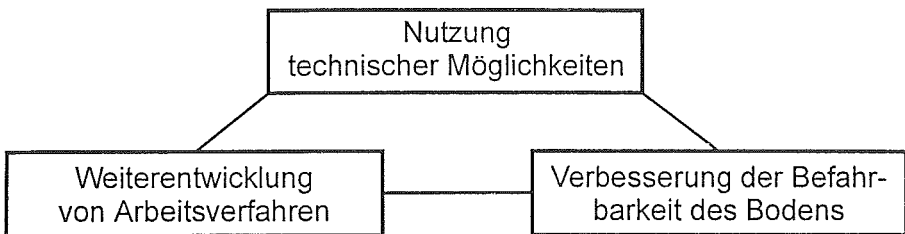
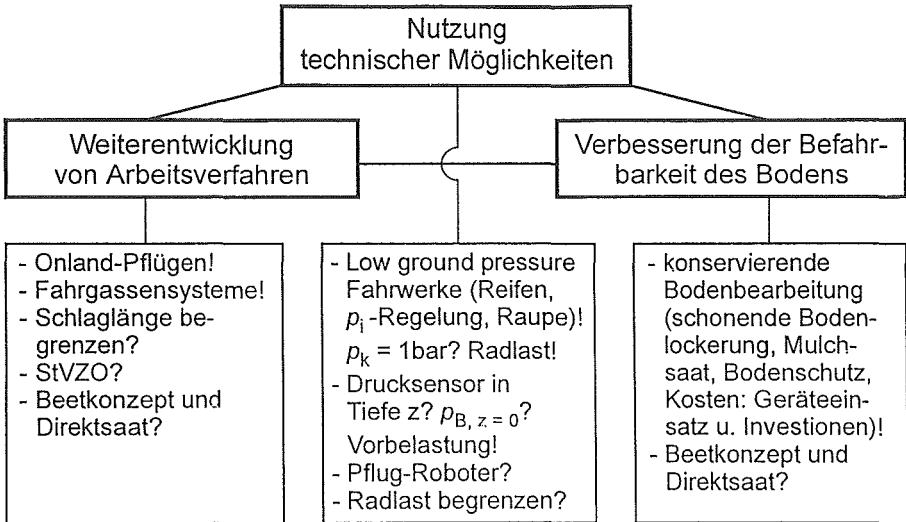


Abb. 4: Die Bausteine des Konzeptes für bodenschonendes Befahren im Ackerbau

Technische Entwicklungen (Breitreifen u. a.) gingen allerdings bisher mit der Tendenz zunehmender Radlasten (in speziellen Fällen auch großer Schlaglängen) einher. Im Sinne eines vorsorgenden Bodenschutzes ist dies kritisch zu überdenken. Ein (rein technisches) Problem liegt heute tatsächlich darin, daß es an Möglichkeiten fehlt, dem Landwirt während des Befahrens seines Ackers anzuzeigen, ob die kritische Beanspruchung des Bodens (insbesondere im Unterboden) überschritten wird.

5 Zusammenfassung, Ausblick und Visionen

Dringend erforderliche Kosteneinsparungen sowie Forderungen des Bodenschutzes sind standort-, fruchtfolge- und betriebsspezifisch mit dem vorgestellten Konzept für bodenschonendes Befahren zu realisieren. Dieses besteht aus drei Bausteinen, deren Weiterentwicklung die folgenden Ausblicke (mit "!" versehen) und Visionen (mit "?" versehen) nachdrücklich beeinflussen könnte.



6 Literaturhinweise

- Bolling, I. und W. Söhne (1982): Der Bodendruck schwerer Ackerschlepper und Fahrzeuge. Landtechnik 37 (2), 54-57.
- Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (1985): Umweltprobleme der Landwirtschaft. Kohlhammer-Verlag, Stuttgart.
- Horn, R. (1986): Auswirkung unterschiedlicher Bodenbearbeitung auf die mechanische Belastbarkeit von Ackerböden. Z. Pflanzenern. Bodenkd. 149, 9-18.
- Petelkau, H. (1986): Grenzparameter für die Bodenbelastung beim Einsatz von Traktoren und Landmaschinen aus der Sicht der Bodenfruchtbarkeit. Tag.-Ber. Akad. Landw.-Wiss. DDR, 25-36.
- Sommer, C. (1985): Ursachen und Folgen von Bodenverdichtungen sowie Möglichkeiten zu ihrer Verminderung. Landtechnik 9, 378-384.
- Sommer, C. und M. Zach (1993): Grundbodenbearbeitung mit nichtwendender Lockerung. KTBL-Arbeitspapier 190, 35-42.
- Sommer, C., H.-J. Dürr und M. Zach (1994): Bodenverdichtung und Pflanzenertrag - Konzepte für vorsorgenden Bodenschutz. Landbauforschung Völknerode SH 147, 179-198.
- Stenkampf, H. und C. Sommer (1988): Zugkraftübertragung und Bodenverdichtung durch Reifen. DLG-Arbeitsunterlage.
- Stenkampf, H. (1994): Mündliche Mitteilung.

AUSWIRKUNGEN DER EXTENSIVIERUNG AUF DEN BODEN

Gabriele Broll

Institut für Landschaftsökologie, Westfälische Wilhelms-Universität Münster,
Robert-Koch-Str. 26, 48149 Münster

Im Rahmen umweltschonender Landbewirtschaftung gewinnt die Extensivierung immer mehr an Bedeutung. Sie bezieht sich entweder auf den Gesamtbetrieb oder nur auf einzelne Flächen, wobei der Begriff Extensivierung nicht immer klar definiert wird. Insbesondere die extensive Grünlandnutzung ist in den letzten Jahren sowohl aus ökonomischer als auch aus ökologischer Sicht immer stärker ins Blickfeld geraten (u. a. BRIEMLE et al., 1991; KNAUER, 1992; SCHUMACHER, 1992; NITSCHKE & NITSCHKE, 1994; SCHREIBER, 1995; VDLUFA, 1992; VDLUFA, 1995). Interessante Lösungsmöglichkeiten für die bestehenden Zielkonflikte werden zur Zeit diskutiert (u. a. (TIMMERMANN & SCHROER, 1992; BREITSCHUH & ECKERT, 1995; KÜHBAUCH, 1995). Beim Grünland unterscheidet man verschiedene Stufen der Extensivierungsintensität (verändert nach FECHNER et al., 1994):

Stufe 1: suboptimaler Produktionsmitteleinsatz bei Aufrechterhaltung einer bestandesgerechten Nutzungshäufigkeit unter Verzicht auf den Optimalertrag

Stufe 2: reduzierter Produktionsmitteleinsatz und geringere Nutzungshäufigkeit (ein- oder zweischürige Wiesenutzung bzw. extensive Beweidung) nicht nur unter Verzicht auf den Optimalertrag, sondern auch auf hohe Futterqualität

Stufe 3: vollständiger Verzicht auf Düngung und Pflanzenschutz bei nicht vorrangiger Futtermittelherstellung mit dem Ziel der Aushagerung eutrophierter Standorte und der Erhaltung bzw. Schaffung schützenswerter Biotope und Pflanzengesellschaften

Sowohl Stufe 1 als auch Stufe 2 sind bei entsprechender Subventionierung in Kooperation mit der Landwirtschaft realisierbar. Die höchste Stufe ist nicht nur aus landwirtschaftlicher Sicht nicht erstrebenswert, sondern führt aus ökologischer Sicht in einigen Fällen zu Fehlentwicklungen, die nicht beabsichtigt wurden.

Unter Extensivierung kann man beim Ackerbau neben dem zumindest teilweisen Verzicht auf Mineraldünger und Pflanzenschutzmittel im weitesten Sinne auch reduzierte oder konservierende Bodenbearbeitung verstehen, die im Vergleich zum konventionellen Ackerbau natürlich auch veränderte Bodeneigenschaften nach sich zieht. Zusammenfassende Darstellungen dieser Verfahren finden sich z.B. in BAEUMER et al. (1992), EHLERS (1992), FRIEBE et al. (1992) und WILDENHAYN (1992), worauf an dieser Stelle jedoch nicht weiter eingegangen werden kann. Sonderformen der Extensivierung, wie z.B. Ackerrand- und Uferandstreifen, werden in diesem Beitrag ebenfalls nicht berücksichtigt.

Die Flächenstilllegung kann als eine extreme Form der Extensivierung aufgefaßt werden. Nach Angaben des BMELF (1996) werden die sechsjährige Rotationsbrache und die einfache Stilllegung unterschieden, wobei die Dauerbrache eine Sonderform der einfachen Stilllegung darstellt. Die Mindeststilllegungszeit beträgt in diesem Fall fünf Jahre. Die Benutzung des Begriffes Dauerbrache für die genannte fünfjährige Brache stiftet sehr häufig Verwirrung, da sie nicht identisch ist mit landwirtschaftlichen Flächen, die vollkommen aus der Nutzung genommen wurden. Flächenstilllegung bedeutet in den seltensten Fällen ein Überlassen der Flächen der natürlichen Sukzession mit einer potentiellen Entwicklung zum Wald, sondern die Stilllegungsaufgaben umfassen eine Pflege der Parzellen (BRIEMLE et al., 1991; BMELF, 1996). Da es sich bei den Pflegemaßnahmen häufig um eine extensive Beweidung oder Mahdnutzung handelt, sind die Bodeneigenschaften stillgelegter

Äcker im Prinzip mit denen bei Grünlandnutzung vergleichbar. Die Stilllegungsaufgaben sehen weiterhin mindestens eine Selbstbegrünung vor. Schwarzbrache ist nicht zulässig. Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln und jegliche Düngung sind untersagt. Zusammenfassende Darstellungen der Auswirkungen von Flächenstilllegungen auf Boden und Grundwasser geben HMLFN (1990), DBG (1992a) und MARSCHNER & STAHR (1992).

Auf Veränderungen von Bodeneigenschaften im Zuge von Extensivierung und Flächenstilllegung soll im Folgenden vornehmlich anhand von extensiv genutzten oder der Sukzession überlassenen Acker- und Grünlandbrachen in Südwest- und Nordwestdeutschland eingegangen werden (u.a. SCHIEFER, 1981; SCHREIBER & SCHIEFER, 1985; SCHWARTZE, 1995; RUVILLE-JACKELEN v., 1996; BROLL et al., in Vorb.). Die Entwicklung ist in sehr starkem Maße vom Standort selbst, z.B. vom geologischen Ausgangssubstrat, abhängig (vgl. auch MARSCHNER & STAHR, 1992). Daher kann es auch keine Nutzung bzw. Pflegemaßnahme geben, die sich überall in gleicher Weise auswirkt. Weiterhin ist zwischen der Extensivierung von Acker bzw. von Grünland genau zu differenzieren. Die Veränderungen der Eigenschaften des Oberbodens müssen nicht unbedingt gleich verlaufen und unterscheiden sich vor allem in Hinblick auf die Geschwindigkeit der Entwicklung. Während bei einem Ackerstandort in den meisten Fällen schon nach wenigen Jahren Veränderungen meßbar sind, kann es beim Grünland, vor allem infolge des hohen Humusgehaltes, Jahrzehnte dauern.

Nach Extensivierung bzw. Brachlegung von nicht grundwasserbeeinflussten Ackerstandorten wird sich der durch Kalkung vorher künstlich angehobene pH-Wert erniedrigen (DBG, 1992a). Auf ehemals ackerbaulich genutzten Flächen im Ostmünsterland z.B. konnten auf Podsol- und Gleystandorten bei einschüriger Mahdnutzung innerhalb von drei Jahren Absenkungen des pH-Wertes von 5.5 auf 5.0 gemessen werden. Unverändert blieb die Bodenacidität jedoch, wenn nicht gemäht, sondern gemulcht wurde (BROLL et al., in Vorb.). Auch beim Grünland kann es zur pH-Absenkung kommen, wenn diese auch in den meisten Fällen nur sehr langsam erfolgt. Nach zwanzigjähriger Sukzession erniedrigte sich der pH (CaCl₂) in den obersten Zentimetern einer Dauerfläche (Albtal bei Karlsruhe, Auensande, Braunerde-Gley) von 4.5 auf 4.0. Auf einer weiteren Bracheversuchsfläche in Bernau (Hochschwarzwald, Granit, Humusbraunerde) deutet sich eine pH-Absenkung erst an. Auf der Sukzessionsfläche konnte bereits eine deutlich geringere Basensättigung nachgewiesen werden als auf den gemulchten Parzellen. Die aufgrund der extrem hohen Humusgehalte dieses Standortes relativ hohe Pufferkapazität wirkt einer schnelleren Versauerung entgegen. Auf einer 2x jährlich gemulchten Parzelle blieb der pH-Wert konstant (ca. pH 4). Auch dieses ist ein Beispiel dafür, daß die Art der extensiven Nutzung einen entscheidenden Einfluß hat. Auf Standorten, deren Böden im Carbonatpufferbereich liegen, kommt es zu keiner pH-Erniedrigung, oder sie erfolgt auf Extensivgrünland erst nach Jahrzehnten abrupt in den obersten Zentimetern des Bodens, z.B. in St. Johann (Schwäbische Alb, Kalkstein, Braunerde-Rendzina). Der pH (CaCl₂) im Oberboden blieb von 1975 bis 1991 nahezu konstant bei 5.8, dann kam es relativ schnell zu einer Erhöhung der Bodenacidität. Die Grünlandbrachfläche in Hepsisau (Albtrauf, Weißjura-Kalkschutt, Pelosol) zeigt demgegenüber seit 20 Jahren fast keine Veränderung (pH 7.0), wengleich die Sukzessionsfläche inzwischen über ein Vorwaldstadium hinaus ist (SCHREIBER, 1993). Der pH-Wert spiegelt die sehr stark standortabhängige Entwicklung im Laufe von Extensivierung oder Sukzession deutlich wider. Die weit verbreitete Annahme einer kontinuierlichen Absenkung des pH-Wertes sollte eingeschränkt werden. Mit dieser Gefahr ist in erster Linie auf sauren Standorten mit wenig Austauschern und daher entsprechend geringer Pufferkapazität zu rechnen (vgl. auch STAHR et al., 1993; HARTMANN & LORENZ, 1994).

Die Auswirkungen der Extensivierung auf den Nährstoffhaushalt des Bodens müssen für die Hauptnährstoffe getrennt voneinander betrachtet werden. Nach DBG (1992a) führt fehlende Düngung mittelfristig zu einer Abnahme des pflanzenverfügbaren Phosphates, was jedoch nicht generell bestätigt werden kann. Wie bei der Bodenacidität muß auch hier sehr genau zwischen den verschiedenen extensiven Nutzungsarten und dem Stadium der Extensivierung bzw.

Flächenstilllegung unterschieden werden. Sowohl bei Acker- als auch bei Grünlandstandorten ist mit Stagnations- oder sogar mit Akkumulationsphasen zu rechnen. Auf den bereits erwähnten Untersuchungsflächen im Ostmünsterland (BROLL et al., in Vorb.) war 6 Jahre nach der Stilllegung der Äcker immer noch eine Überversorgung mit Phosphat festzustellen. Eine zweimalige Mahd bewirkte jedoch schon eine Reduzierung der pflanzenverfügbaren Gehalte, wie es auch von anderen Autoren bestätigt wird (u.a. KAPFER, 1988; BRIEMLE & ELSÄBER, 1992; STAHR et al., 1993; SCHEFFER, 1995; SCHWARTZE, 1995). So können von Natur aus nährstoffarme Grünlandstandorte durch Mahdnutzung prinzipiell ausgehagert werden. Die Schnittfrequenz darf jedoch erst verringert werden, wenn die Erträge merklich zurückgehen, d.h. die Nutzungsintensität sollte allmählich zurückgenommen werden (BRIEMLE & ELSÄBER, 1992; BROLL & SCHREIBER, 1992; KUNTZE & SCHEFFER, 1992; KUNTZE, 1992). Standorte, die durch eine sehr hohe natürliche Nachlieferung von Nährstoffen gekennzeichnet sind, über eine hohe Pufferkapazität verfügen und keine extremen Wasserhaushaltsbedingungen aufweisen, sind nicht auszuhagern (SCHEFFER, 1984; BRIEMLE & ELSÄBER, 1992; ELSÄBER, 1993; SCHREIBER & BROLL, 1995). Unter Umständen kann eine extreme Aushagerung aber auch in wenigen Jahren zu einer Phosphatunterversorgung führen (u.a. EGLOFF, 1983; BROLL et al., 1993), die wiederum die Erhaltung bestimmter Grünlandgesellschaften bzw. schützenswerter Arten (SCHWARTZE, 1995) verhindert. Besonders extrem ist diese Abnahme auf ehemaligen Hochmoorstandorten (BLANKENBURG, 1993). Aus vegetationskundlicher Sicht und unter dem Gesichtspunkt, daß eine Nutzung der Flächen durch den Landwirt noch gewährleistet werden sollte, ist daher eventuell eine P-Düngung erforderlich (BRIEMLE & ELSÄBER, 1993; SCHWARTZE, 1995). Im Falle des Mulchens unterbleibt zumindest mittelfristig die Phosphatabnahme, es kann sogar in den ersten Jahren nach der Stilllegung bei gleichzeitigem Mulchen zu einer erhöhten Nachlieferung an Phosphat kommen (BROLL & SCHREIBER, 1993; BROLL et al., in Vorb.). Bei sehr langer Brachedauer gehen - relativ unabhängig von den Standorteigenschaften - auch beim Mulchen die pflanzenverfügbaren Phosphatgehalte zurück, da zunehmend P in organischer Form gebunden wird (BROLL & SCHREIBER, 1993; STAHR et al., 1993).

Die Kaliumversorgung extensivierter und stillgelegter Flächen ist dagegen wiederum stark standortabhängig. Die jeweilige Nachlieferung aus dem Ausgangssubstrat spielt eine entscheidende Rolle (BROLL & SCHREIBER, 1993). Da die Auswaschung von Kalium auf austauscherarmen Sandböden besonders hoch ist, wird es dort auch schnell zur Abnahme der pflanzenverfügbaren Gehalte kommen (u.a. KUNTZE & SCHEFFER, 1992; BROLL et al., 1993; BROLL et al., in Vorb.). Durch die Art der extensiven Nutzung kann die Auswaschung nur in geringem Maße verhindert werden. Eine Kaliumdüngung ist deshalb - vor allem für eine häufig notwendige langjährige Aushagerung von Stickstoff - oftmals schon nach wenigen Jahren erforderlich (WATZKE & ROSCHKE, 1995; BROLL et al., in Vorb.). Die zu Beginn der Ausführungen genannte Stufe 3 der Extensivierungsintensität, vollständiger Verzicht auf Düngung, ist somit in vielen Fällen nicht sinnvoll. Pflanzenverfügbares Magnesium ist im Vergleich zum Kalium auf den meisten Standorten nach Extensivierung bzw. Stilllegung über einen längeren Zeitraum in genügendem Maße vorhanden (BROLL & SCHREIBER, 1994a).

In Hinblick auf den Stickstoffhaushalt gibt es eine Vielzahl von Untersuchungen über die Auswirkung von Extensivierung bzw. Flächenstilllegung (u.a. HMLFN, 1990; JUNGE et al., 1990; LICKFETT & PRZEMECK, 1992; KERSEBAUM et al., 1993; BROLL & SCHREIBER, 1994b; PLATTE et al., 1994; RÜCK & STAHR, 1995). Die Schwarzbrache wird eindeutig negativ beurteilt (u.a. DBG, 1992b), da keine Nährstoffe durch Pflanzen entzogen werden, und das Nitrat ins Grundwasser gelangt. Eine große Gefahr geht ebenfalls vom Umbruch einer Ackerbrache aus. So positiv die fünfjährige Dauerbrache aus ökologischer Sicht zu beurteilen ist, so vorsichtig ist mit den entsprechenden Flächen bei der Wiederinkulturnahme umzugehen. Bei einer Grünlandnutzung ist die Gefahr einer Nitratauswaschung relativ gering, bei extensiver Bewirtschaftung in den meisten Fällen sogar ganz zu vernachlässigen (z.B. KNOBLAUCH & PFLEGER, 1995; SAUER & HARRACH, 1995;

ELSÄBER, 1993). Eigene Untersuchungen in Baden-Württemberg bestätigen diese Erfahrung. Die N_{\min} -Werte liegen in der Regel nicht über 50 kg N/ha.

Bei Extensivierung bzw. Flächenstilllegung von Ackerflächen steigt der Gehalt an organischer Substanz an (DBG, 1992a; MARSCHNER & STAHR, 1992), wobei die Tendenz zur Kohlenstoffakkumulation in Abhängigkeit von der Textur variiert (LEHMANN et al., 1993). Das C/N-Verhältnis entwickelt sich - vor allem auch wieder in Abhängigkeit von der Pflege - unterschiedlich. Es kann über einen langen Zeitraum konstant bleiben, es kann sich aber auch verengen, z.B. auf gemulchten Flächen und gleichzeitig vorhandenen N-Einträgen aus der Luft. Eine Erweiterung des C/N-Verhältnisses im Oberboden aufgrund der Akkumulation schwer abbaubarer N-armer Streu, wie häufig für Brachflächen festgestellt (u.a. GISI, 1979; GISI & OERTLI, 1981a), ist in erster Linie an Standorten mit saurem Ausgangssubstrat und erst nach vielen Jahren der Sukzession zu erwarten. Dieses gilt sowohl für Acker- als auch für Grünlandbrachen (vgl. auch WOLF et al., 1984). Ein sehr gutes Beispiel für über lange Zeiträume relativ konstante Bodenbedingungen ist wiederum der Kalkstandort Hepsisau, wo das C/N-Verhältnis seit 20 Jahren bei einem optimalen Wert von 10 liegt. Die Humusform ist unverändert L-Mull (BROLL & BRAUCKMANN, 1994). Das C/N-Verhältnis der Streu ist auf den Sukzessionsflächen zwar weiter als auf den extensiv gepflegten Parzellen, das C/N-Verhältnis im Oberboden bleibt davon jedoch unbeeinflusst (BROLL, 1991; 1995). Die Entwicklung der Humusgehalte beim Grünland mit zunehmender Extensivierung ist nicht so eindeutig wie bei Ackerflächen, auf denen die Anreicherung organischer Substanz relativ rasch eintritt. Besonders im Falle von Grünland, das zum Zeitpunkt der Extensivierung bzw. Stilllegung bereits über einen optimalen Humusspiegel verfügt, sind in den meisten Fällen über Jahrzehnte keine Veränderungen meßbar. In Hepsisau sind die C_{org} -Werte seit 20 Jahren mit leichten Schwankungen sehr hoch, in St. Johann läßt sich inzwischen in den obersten Zentimetern des Mineralbodens eine Humusanreicherung nachweisen. Bei sehr weit fortgeschrittener Sukzession ist auf Standorten mit saurem Ausgangsgestein und hohen Niederschlägen mit einer Verlagerung von Huminstoffen im Zuge beginnender Podsolierung zu rechnen. Auf der Dauerfläche Bernau im Hochschwarzwald deutet sich diese Tendenz an. Extensivierte bzw. stillgelegte Flächen können zweifelsohne als Kohlenstoffsinken fungieren (SMUKALSKI & ROGASIK, 1992). Im Falle von Ackerstandorten ist diese Wirkung eindeutig, beim Grünland mit keiner oder nur geringer Anreicherung von organischer Substanz bei zunehmender Extensivierungsintensität ist der Effekt in jedem Fall geringer. Lediglich auf Sukzessionsflächen kommt es durch Ausbildung einer Streuauflage zur Akkumulation größerer Mengen organischer Substanz.

Die Lebensbedingungen für die Bodenfauna verbessern sich normalerweise bei einem Wechsel von der Intensiv- zur Extensivnutzung von Äckern. Insbesondere für Lumbriciden sind die mit einer intensiven Bewirtschaftung einhergehenden Nachteile bzw. die bei reduzierter Bearbeitung wirksam werdenden Vorteile nachgewiesen (u.a. FRIEBE et al., 1992; GERSCHAU et al., 1993; ELLMER et al., 1995; EHRMANN, 1995), wobei die Auswirkungen auf die Bodenmesofauna noch umstritten sind (LARINK, 1992). Auch Untersuchungen über die Bodenfauna von Grünland sind zunehmend von Interesse (u.a. NÖRDHEIM v., 1992; SUTER et al., 1994). KÄMMERER (1993) stellte z.B. auf extensiv genutztem Grünland eine höhere Artenvielfalt an Lumbriciden fest als auf intensiv genutztem. Die weitere Entwicklung der Abundanzen und Biomassen von Regenwürmern im Laufe stärkerer Extensivierung bzw. Sukzession auf Grünland sind - wie auch das Artenspektrum - sehr stark standortabhängig (BRAUCKMANN et al., 1995a; 1995b). Bei sehr weit fortgeschrittener Sukzession mit gleichzeitiger Ausbildung einer Streuauflage auf den meisten Standorten verschieben sich die Dominanzen zugunsten der in der Streu lebenden Arten. Die Abundanz und die Biomasse der Lumbriciden sind auf den Sukzessionsflächen der Grünlandversuchsanlagen in Baden-Württemberg in der Regel geringer als auf den extensiv gepflegten Parzellen mit einer hohen mikrobiellen Aktivität (BRAUCKMANN et al., 1995; BROLL 1995; SCHREIBER et al., im Druck) Die geringeren Regenwurmdichten auf den Sukzessionparzellen sowie die Verschiebung der Dominanzen zugunsten der Streuarten, die keine Gänge anlegen, würden eine schwächere biogene Gefügebildung erwarten

lassen. Die Lagerungsdichten der Oberböden der Sukzessionsparzellen sind aber durchweg geringer als die der gemulchten und beweideten Flächen. Die intensive Durchmischung des Bodens auf den extensiv genutzten Flächen wird offensichtlich durch die Bearbeitung mehr als kompensiert. Weiterhin ist die veränderte Durchwurzelung auf den vollkommen aus der Nutzung genommenen Flächen zu berücksichtigen (GISI & OERTLI, 1981b). In der Regel wird das Porenvolumen im Laufe der Sukzession erhöht, wobei vor allem der Anteil an Grobporen steigt (u.a. GISI & OERTLI, 1981a; BLANKENBURG, 1995; KLOSE et al., 1995; SCHNEIDER et al., 1995). Weiterhin verbessert sich die Aggregatstabilität (u.a. BILLEN et al., 1993; SCHNEIDER et al., 1995), so daß durch Extensivierungsmaßnahmen ein wichtiger Beitrag zur Bodenerhaltung, vor allem zum Erosionsschutz, geleistet werden kann (u.a. FRIELINGHAUS, 1994; JAHN et al., 1994). Aggregatstabilität und biologische Aktivität stehen in direktem Zusammenhang. Die Wechselwirkungen zwischen bodenphysikalischen Eigenschaften und Bodenorganismen in Abhängigkeit von der Nutzungsintensität stehen daher zur Zeit im Vordergrund des Interesses (u.a. KANDELER & MURER, 1992; ROGASIK et al., 1995). Das auf langfristig stillgelegten Flächen häufig erhöhte Porenvolumen wirkt sich auch auf die Bodenmesofauna aus. Auf zwei Grünlandbrachen in Südwestdeutschland konnte nachgewiesen werden, daß aufgrund der Zunahme von Grobporen auf den Sukzessionsflächen im Vergleich zu gemulchten Parzellen relativ große Collembolen und Milben in der Lage waren, diese Flächen zu besiedeln. Ein weiteres Beispiel für die sich in Abhängigkeit von der Extensivierung insgesamt verändernde Bodenbiozönose sind neben den Enchyträen (FRÜND & GRAEFE, 1992) die Nematoden. Bei der Nematodenfauna konnte auf Feuchtgrünlandstandorten in Abhängigkeit von der Nutzungsintensität eine Verschiebung des Artenspektrums im Hinblick auf die Ernährungsweise festgestellt werden (DIEDRICH et al., 1995).

Mit dem Wechsel von einer Intensiv- zur Extensivnutzung ist sowohl auf Acker- als auch auf Grünlandstandorten parallel zur Akkumulation von C_{org} mit einer Erhöhung der mikrobiellen Aktivität zu rechnen (u.a. BEYER et al., 1992; EMMERLING & SCHRÖDER, 1992). Diese Entwicklung von der Mineralisierung zur Humifizierung bringt einen positiven Effekt für die Pufferkapazität mit sich (DBG, 1992a). Im Falle einer Stilllegung mit natürlicher Sukzession ist dann jedoch eine Abnahme der mikrobiellen Aktivität zu erwarten (u.a. BROLL, 1991; BROLL & SCHREIBER, 1992). Das weiter werdende C/N-Verhältnis der Streu, die Zunahme von Hemmstoffen und die infolge der Streudecke relativ niedrigen Bodentemperaturen sind als wesentliche Ursachen zu nennen (u.a. GISI & OERTLI, 1981c; 1981d; BOSSHARD et al., 1988; BROLL, 1995; SAUERBACH & MERBACH, 1995). Die im Laufe der Sukzession abnehmende Mineralisierung kann sich ebenfalls bei der Veränderung der Humusformen zeigen (BROLL & BRAUCKMANN, 1994). Untersuchungen über die Interaktionen zwischen Bodentieren und Bodenmikroorganismen im Hinblick auf den Abbau der organischen Substanz oder die Nährstoffmobilisierung (u.a. EMMERLING & SCHRÖDER, 1993; WOLTERS & JOERGENSEN, 1993) tragen dazu bei, die im Laufe der Sukzession immer komplexer werdenden bodenökologischen Prozesse zu verstehen.

Extensivnutzung von Grünland ist besonders für Feucht- und Naßstandorte bedeutsam, so daß eine Vielzahl von Untersuchungen auf den Moorstandorten in Nordwest- und Nordostdeutschland sowie in den Niederlanden durchgeführt werden. Ziel der Arbeiten sind in den letzten Jahren z.B. die Regeneration von Feuchtgebieten (u.a. BAKKER & OLFF, 1992; BROLL et al., 1993; LEPNITZ et al., 1994; OOMES & ALTENA, 1994; SCHWARTZE, 1995; UCHTMANN & ROSENTHAL, 1996; RUVILLE-JACKELN v., 1996) oder die Anlage von extensiv genutzten Pufferzonen zum Schutz von Moorresten (u.a. GLANDT et al., 1990; KEPLIN et al., 1995). In jedem Fall spielen die Wiedervernässung und die damit verbundenen Änderungen der Bodeneigenschaften eine große Rolle (u.a. BLANKENBURG, 1995; SCHEFFER, 1995). Neben den genannten Fragestellungen zum Natur- und Biotopschutz haben Moore für die Produktion von klimarelevanten Spurengasen (Methan, Lachgas) eine besondere Bedeutung. Die Veränderungen im Bodenlufthaushalt werden von der Art der Bewirtschaftung und dem Vernässungsgrad erheblich beeinflusst (u.a. AUGUSTIN et al., 1995;

KNOBLAUCH & PFEIFFER, 1995). Entsprechende Untersuchungen zu klimarelevanten Gasen werden auch auf stillgelegten Äckern durchgeführt (DÖRSCH et al., 1995).

Summary

Extensification is becoming more and more important in connection with changing land use. The application of fertilizers and pesticides should be reduced. The term extensification, which is not always clearly defined, is used in different ways. The intensity of extensification varies on arable land as well as on grassland. Often, extensification is followed by conflicts between economists and ecologists. At many sites, full extensification, i.e. no fertilizers and pesticides, cannot be achieved. For example, at sites with little input of potassium by weathering and sandy texture, potassium can very quickly become the minimum factor for plant growth. Also, a certain amount of phosphate is necessary for special endangered plant species in wet grassland. If these sites were mown and no phosphate is added, plant species, which should be preserved, would disappear. Abandoned land (set aside) can be defined as an extreme form of extensification. In many cases, the duration of abandonment of arable land use lasts five years. During this period the land normally is mown. This kind of set aside should not be confused with undisturbed succession. The effects on soil properties are totally different. Changes of soil conditions due to extensification and abandonment (e.g. pH) often strongly depend on site properties such as geological substrate. Thus, extensive land use or management practices cannot effect the soil properties in the same way at different sites. The effects on soil under extensification differ between arable land and grassland. Moreover, changes in soil are generally faster on arable land than on grassland. Bare fallow should be avoided because of heavy nitrate leaching. This can also be a problem when fallow land is used again after five years of abandonment. Soil chemical and soil biological properties are taken into account primarily to illustrate the development of soil during extensification. Special attention is paid to nutrients and soil organic matter. Most of the examples presented are the result of long-term projects at grassland sites in Southwest- and Northwest-Germany.

Literatur

- AUGUSTIN, J., KÄDING, H., MERBACH, W. & SCHMIDT, W., 1995: Einfluß extensiver Formen der Bewirtschaftung von Niedermoorgrünland auf Lachgas- und Methanemission. VDLUFA-Schriftenr. 40: 571-574.
- BAEUMER, K., CLAUPEIN, W. & WILDENHAYN, M., 1992: Extensivierung der Pflanzenproduktion: Ziele, Wege und mögliche Folgen. VDLUFA-Schriftenr. 35: 1-17.
- BAKKER, J.P. & OLFF, H., 1992: Feuchtgrünlandextensivierung in den Niederlanden. NNA-Berichte 4: 42-48.
- BEYER, L., SACHT, M. & BLUME, H.-P., 1992: Die Veränderung ökologischer Bodeneigenschaften innerhalb von 5 Jahren Ackerextensivierung. VDLUFA-Schriftenr. 35: 619-622.
- BILLEN, N., LEHMANN, A., JAHN, R. & STAHR, K., 1993: Auswirkungen einer Brachlegung auf die Aggregat- und Humusstabilität unterschiedlicher Standortstypen. Mitt. DBG 72: 1339-1342.
- BLANKENBURG, J., 1993: Bodenveränderungen durch Extensivierungen? Z. f. Kulturtechnik und Landentwicklung 34: 225-232.
- BLANKENBURG, J., 1995: Veränderungen bodenphysikalischer Parameter durch Extensivierung und Wiedervernässung. NNA-Berichte 2: 5-9.
- BMELF Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.), 1996: Die europäische Agrarreform. Pflanzlicher Bereich - Flankierende Maßnahmen, Bonn.
- BOSSHARD, A., ANDRES, F., STROMEYER, S. & WOHLGEMUTH, T., 1988: Wirkung einer kurzfristigen Brache auf das Ökosystem eines anthropogenen Kleinschwarzwaldes - Folgerungen für den Naturschutz. Ber. d. Geobot. Inst. d. ETH Zürich, Stift. Rübél 54: 181-220.
- BRAUCKMANN, H.-J., BROLL, G. & SCHREIBER, K.-F., 1995A: Regenwurmzönosen extensiv beweideter Grünlandflächen der Schwäbischen Alb und des Südschwarzwaldes. Mitt. DBG 75: 19-22.

- BRAUCKMANN, H.-J., BROLL, G. & SCHREIBER, K.-F., 1995B: Veränderungen von Regenwurm-Zönosen im Laufe der sekundären Sukzession von Grünlandbrachen in Südwestdeutschland. Mitt. DBG 76: 573-576.
- BRAUCKMANN, H.-J., HEMKER, M., KAISER, M., SCHÖNING, O. & SCHREIBER, K.-F., 1995: Faunistische Untersuchungen auf Bracheversuchsflächen in Baden-Württemberg - Vergleich von zwei Sukzessionsflächen unterschiedlich rascher Gehölzentwicklung. Veröff. des Projektes Angewandte Ökologie der Landesanstalt für Umweltschutz Bad.-Württ. 12: 35-45.
- BREITSCHUH, G. & ECKERT, H., 1995: Landwirtschaft und Umwelt aus gegenwärtiger Sicht. Mitt. DBG 78: 231-246.
- BRIEMLE, G., EICKHOFF, D. & WOLF, R., 1991: Mindestpflege und Mindestnutzung unterschiedlicher Grünlandtypen aus landschaftsökologischer und landeskultureller Sicht. Beih. Veröff. f. Naturschutz und Landschaftspflege Bad.-Württ. 60, Karlsruhe.
- BRIEMLE, G. & ELSÄBER, M., 1992: Die Grenzen der Grünland-Extensivierung. Anregungen zu einer differenzierteren Betrachtung. Naturschutz und Landschaftsplanung 5: 196-197.
- BROLL, G., 1991: Auswirkungen der Flächenstilllegung auf den Abbau organischer Substanz am Beispiel einer Grünlandbrache. Verhand. GfÖ 19/III: 105-114.
- BROLL, G., 1995: Changes in soil conditions on agriculturally used areas after ceasing of human impact. In: Bellan, D., Bonin, G. & Emig, C. (Hrsg.): Functioning and dynamics of natural and perturbed ecosystems, Lavoisier, Intercept Ltd: 660-671.
- BROLL, G. & BRAUCKMANN, H.-J., 1994: Humusformen und Regenwurmfauna zweier Grünlandbrachen in Südwestdeutschland. Mitt. DBG 74: 49-52.
- BROLL, G., FRANZ, S. & TEUTENBERG, S., in Vorb.: Aushagerung einer Pufferzone zum Schutz eines Heide-Naturschutzgebietes im Münsterland.
- BROLL, G., RUVILLE-JACKELEN, F. VON & SCHREIBER, K.-F., 1993: Nährstoffdynamik extensiv gepflegten Feuchtgrünlandes in Nordwestdeutschland. Verhand. GfÖ 22: 21-25.
- BROLL, G. & SCHREIBER, K.-F., 1992: Einfluß extensiver Grünlandnutzung auf die mikrobielle Aktivität der Böden. VDLUFA-Schriftenr. 35: 837-841.
- BROLL, G. & SCHREIBER, K.-F., 1993: Auswirkungen der Stilllegung von Grünlandstandorten auf die pflanzenverfügbaren Gehalte an Phosphat und Kalium. Mitt. DBG 72: 73-76.
- BROLL, G. & SCHREIBER, K.-F., 1994a: Magnesiumgehalte von Grünlandstandorten unter dem Einfluß von Extensivierung und Flächenstilllegung. VDLUFA Schriftenr. 38: 915-918.
- BROLL, G. & SCHREIBER, K.-F., 1994b: Stickstoffdynamik nach Stilllegung und extensiver Bewirtschaftung von Grünland. Mitt. DBG 73: 31-34.
- DBG Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft. Arbeitsgruppe Bodenschutz (Hrsg.), 1992a: Ist Flächenstilllegung von Äckern aus bodenkundlicher Sicht sinnvoll?, Oldenburg.
- DBG Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft. Arbeitsgruppe Bodennutzung in Wasserschutz- und -schongebieten (Hrsg.), 1992b: Strategien zur Reduzierung standort- und nutzungsbedingter Belastungen des Grundwassers mit Nitrat, Oldenburg.
- DIEDRICH, C., BROLL, G. & STURHAN, D., 1995: Einfluß unterschiedlich extensiver Nutzung auf die Nematodenfauna ausgewählter Feuchtgrünlandstandorte Nordwestdeutschlands. Mitt. DBG 75: 23-26.
- DÖRSCH, P., FLESSA, H. & BEESE, F., 1995: Auswirkung von Flächenstilllegung auf die N₂O-Freisetzung und die CH₄-Aufnahme eines ehemaligen Ackerbodens. Mitt. DBG 76: 577-580.
- EGLOFF, T., 1983: Der Phosphor als primär limitierender Nährstoff in Streuwiesen (Molinion) - Düngungsversuch im unteren Reusstal. Ber. d. Geobot. Instit. d. ETH Zürich, Stift. Rübel 50: 119-148.
- EHLERS, W., 1992: Reduzierte Bodenbearbeitung - Ökologische Folgen und ackerbauliche Grenzen. VDLUFA-Schriftenr. 35: 35-58.
- EHRMANN, O., 1995: Regenwürmer und Regenwurmröhren bei Änderung der landwirtschaftlichen Nutzung. Mitt. DBG 76: 581-584.
- ELLMER, F., KRÜCK, S. & JOSCHKO, M., 1995: Humushaushalt und Regenwurmkaktivität auf einem verschieden intensiv genutzten lehmigen Sandboden. Mitt. DBG 76: 1301-1304.
- ELSÄBER, M., 1993: Umweltgerechte Grünlandbewirtschaftung - welche Folgen ergeben sich daraus? Natur und Landschaft 68: 66-72.
- EMMERLING, C. & SCHRÖDER, D., 1992: Zur Auswirkung einer Nutzungsextensivierung auf die Biologie semiterrestrischer Standorte. VDLUFA-Schriftenr. 35: 254-256.
- EMMERLING, C. & SCHRÖDER, D., 1993: Auswirkungen einer 4jährigen Dauerbrache im Rahmen der Flächenstilllegung auf bodenchemische und -mikrobiologische Eigenschaften sowie die Besiedlung durch Regenwürmer. VDLUFA-Schriftenr. 37: 625-628.

- FECHNER, M., SCHUPPENIES, R., BAECK, I., HERTWIG, F., KUNKEL, G., NEUBERT, G., PRIEBE, R., ROBOWSKY, K.-D. & ZUBE, P., 1994: Grünland in Brandenburg. Standortgerecht - umweltverträglich - kostengünstig bewirtschaften. Herausgegeben vom Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Brandenburg, Potsdam.
- FRIEBE, B. (Hrsg.), 1992: Wechselwirkungen von Bodenbearbeitungssystemen auf das Ökosystem Boden. Beiträge zum 3. Symposium vom 12.-13. Mai 1992 in Gießen, Gießen.
- FRIELINGHAUS, M., 1994: Extensivierung zur Verminderung von Bodenverlusten und erosionsbedingten Einträgen in Gewässer. Mitt. DBG 73: 39-42.
- FRÜND, H.-C. & GRAEFE, U., 1992: Enchyträen (Kleinringelwürmer) - Funktion, ökologische Ansprüche und Beeinflussung durch Bodenbewirtschaftung. VDLUFA-Schriftenr. 35: 539-542.
- GERSCHAU, M.-B., TEIWES, K. & EHLERS, W., 1993: Die Auswirkungen von Extensivierungsmaßnahmen im Ackerbau auf die Lumbricidengesellschaft. Mitt. DBG 72: 523-526.
- GISI, U., FROSSARD, P. & OERTLI, J.J., 1979: Bodenkundlicher Vergleich von Kultur- und Brachland im Schweizer Jura. Z. f. Pflanzenernährung und Bodenkunde 142: 639-654.
- GISI, U. & OERTLI, J.J., 1981a: Ökologische Entwicklung in Brachland verglichen mit Kulturwiesen. I. Physikalisch-chemische Veränderungen im Boden. Oecologia Plantarum 16: 7-21.
- GISI, U. & OERTLI, J.J., 1981b: Ökologische Entwicklung in Brachland verglichen mit Kulturwiesen. II. Veränderungen in ober- und unterirdischer Phytomasse. Oecologia Plantarum 16: 79-86.
- GISI, U. & OERTLI, J.J., 1981c: Ökologische Entwicklung in Brachland verglichen mit Kulturwiesen. III. Mikrobiologische Veränderungen im Boden. Oecologia Plantarum 16: 165-175.
- GISI, U. & OERTLI, J.J., 1981d: Ökologische Entwicklung in Brachland verglichen mit Kulturwiesen. IV. Veränderungen im Mikroklima. Oecologia Plantarum 16: 233-249.
- GLANDT, D., HARTUNG, H., HEUSER, J., KAPLAN, K. & MUER, T., 1990: Extensivierung und Artenschutz. Praktische Maßnahmen und erste Forschungsergebnisse eines Modellprojektes im Westmünsterland (Nordrhein-Westfalen). Metelener Schriftenreihe f. Naturschutz 1: 19-30.
- HARTMANN, K.-J. & LORENZ, S., 1994: Abschätzung zur Entwicklung der pH-Werte Brandenburger Böden infolge von Flächenstilllegungen. Mitt. DBG 74: 185-188.
- HMLFN Hessisches Ministerium für Landwirtschaft, Forsten und Naturschutz (Hrsg.), 1990: Ökologie-Forum in Hessen. Flächenstilllegungen in der Landwirtschaft. Auswirkungen auf den Naturhaushalt, Wiesbaden.
- JAHN, R., BILLEN, N., LEHMANN, A. & STAHR, K., 1994: Bodenerhaltung durch Extensivierung und Flächenstilllegung. Mitt. DBG 73: 55-58.
- JUNGE, A., STOBER, C. & MARSCHNER, H., 1992: Stickstoffhaushalt in Böden und Stickstoffaufnahme von Pflanzen auf stillgelegten Ackerstandorten. VDLUFA-Schriftenr. 35: 171-174.
- KÄMMERER, A., 1993: Regenwurmzönosen in niedermoorartigen Grünlandböden des Drömling (SO Niedersachsen). Mitt. DBG 72: 555-558.
- KANDELER, E. & MURER, E., 1992: Jahreszeitlicher Verlauf bodenbiologischer Prozesse und der Aggregatstabilität nach Extensivierung einer Lockersedimentbraunerde. VDLUFA-Schriftenr. 35: 258-261.
- KAPPER, A., 1988: Versuche zur Renaturierung gedüngten Feuchtgrünlandes - Aushagerung und Vegetationsentwicklung. Dissertation, Dissertationes Botanicae 120, Berlin.
- KEPLIN, B., HOFFMANN, U. & BROLL, G., 1995: Extensivierung einer Pufferzone zum Schutz eines Hochmoorrestes - Auswirkungen der Wiedervermässung auf die Lumbricidenfauna. Mitt. DBG 76/II: 819-822.
- KERSEBAUM, C., McVOY, C., FILIUS, A. & STRECK, T., 1993: Stickstoffdynamik stillgelegter landwirtschaftlicher Flächen - Risikoabschätzung im Vergleich zur intensiven Nutzung aus Sicht des Bodenschutzes. Herausgegeben vom Umweltbundesamt, Berlin.
- KLOSE, S., MACHULLA, G. & ROSCHE, O., 1995: Entwicklungstendenzen abiotischer und biotischer Bodenparameter in Brachesukzessionsstadien. Mitt. DBG 76: 653-656.
- KNAUER, N., 1992: Grünlandextensivierung - Landschaftsökologische Bedeutung und Möglichkeiten der Realisierung durch die Landwirtschaft. NNA-Berichte 4: 59-71.
- KNOBLAUCH, S. & PFLEGER, I., 1995: N-Austrag aus zwei Thüringer Grünlandstandorten mit extensiver und intensiver Bewirtschaftung. VDLUFA-Schriftenr. 40: 809-812.
- KNOBLAUCH, C. & PFEFFER, E.-M., 1995: Einfluß des Wassergehaltes auf die Methanoxidation in einer Flußmarsch der Unterelbe. Mitt. DBG 76: 521-524.
- KÜHBAUCH, W., 1995: Zielkonflikte der Grünlandextensivierung. VDLUFA-Schriftenr. 40: 11-33.

- KUNTZE, H., 1992: Auswirkung der Extensivierung auf Grund- und Oberflächengewässer. VDLUFA-Schriften. 35: 59-85.
- KUNTZE, H. & SCHEFFER, B., 1992: Änderung von Bodeneigenschaften durch Flächenstilllegung und Extensivierung von Grünland in Niedersachsen. NNA-Berichte 4: 54-59.
- LARINK, O., 1992: Beeinflussung von Collembolen und Milben durch landwirtschaftliche Extensivierungsverfahren. VDLUFA-Schriften. 35: 543-546.
- LEHMANN, A., BILLEN, N., STAHR, K. & JAHN, R., 1993: Dynamik von Ackerböden unter Brache als Kriterium für standortgerechte Nutzung. Mitt. DBG 72: 751-754.
- LEIPNITZ, W., FISCHER, A., SCHALITZ, G. & KÄDING, H., 1993a: Vergleichende Untersuchungen zur Landschaftspflege und Entwicklung von Renaturierungskonzepten. Mitt. Gesell. f. Pflanzenbauwissenschaften 6: 337-340.
- LICKFETT, T. & PRZEMECK, E., 1992: Auswirkungen der Extensivierung von Anbausystemen auf die N_{min} -Gehalte des Bodens und die N-Bilanz am Beispiel von Rapsfruchtfolgen. VDLUFA-Schriften. 35: 627-630.
- MARSCHNER, B. & STAHR, K., 1992: Auswirkungen von Flächenstilllegungen auf Bodeneigenschaften - Literaturübersicht. Informationen zur Raumentwicklung 7: 579-600.
- NITSCHKE, S & NITSCHKE, L., 1994: Extensive Grünlandnutzung, Radebeul.
- NORDHEIM, H. V., 1992: Auswirkungen unterschiedlicher Bewirtschaftungsmethoden auf die Wirbellosenfauna des Dauergrünlandes. NNA-Berichte 4: 13-26.
- OOMES, M.J.M. & ALTENA, H.J., 1994: Decrease in grassland production by management of vegetation and groundwater. In: Manneetje, L. & Frame, J. (Hrsg.): Grassland and Society. Proceedings of the 15th General Meeting of the European Grassland Federation, 6.-9. Juni 1994, : 328-331.
- PLATTE, H., BUHSE, B. & PRZEMECK, E., 1994: Einfluß der Flächenstilllegung auf den mikrobiell gebundenen Stickstoff eines alluvialen Lehms. VDLUFA-Schriften. 38: 593-596.
- ROGASIK, H., JOSCHKO, M., WENDROTH, O. & KAINZ, M., 1995: Bodenphysikalische und bodenbiologische Untersuchungen der Gefügeentwicklung im A-Horizont dreier Landnutzungssysteme. Mitt. DBG 76: 61-64.
- RÜCK, F. & STAHR, K., 1995: Beitrag der Stickstoffmineralisierung zur N-Bilanz auf Wirtschaftsgrünland und Streuwiesen im Allgäu. Mitt. DBG 76: 923-926.
- RUVILLE-JACKELEN, F. V., 1996: Untersuchungen zum Bodenwasserhaushalt und zum Bioelementtransport an ausgewählten Standorten des Feuchtgrünlandes im Münsterland. Arbeitsberichte Landschaftsökologie Münster 17. Münster
- SAUER, S. & HARRACH, T., 1995: Bewertung von Wirtschaftsgrünland unter dem Aspekt des Gewässer- und Artenschutzes in einem nordhessischen Wasserschutzgebiet. VDLUFA-Schriften. 40: 647-650.
- SAUERBECK, G. & MERBACH, I., 1995: Teilprozesse der Stoff- und N-Dynamik in der Streuauflage und im Oberboden auf Sukzessionsbrachen. Mitt. DBG 76: 931-934.
- SCHEFFER, B., 1995: Veränderung bodenchemischer Parameter durch Extensivierung und Wiedervernässung. NNA-Berichte 2: 9-12.
- SCHIEFER, J., 1981: Bracheversuche in Baden-Württemberg. Beih. zu den Veröff. f. Naturschutz u. Landschaftspflege in Bad.-Württ. 22: 325.
- SCHIEFER, J., 1984: Möglichkeiten der Aushagerung von nährstoffreichen Grünlandflächen. Veröff. f. Naturschutz u. Landschaftspflege Bad.-Württ. 57/58: 33-62.
- SCHNEIDER, R., EMMERLING, C. & SCHRÖDER, D., 1995: Auswirkungen von Grünlandbrache auf die bodenphysikalische Standortqualität. Mitt. DBG 76: 153-156.
- SCHREIBER, K.-F., 1993: Standortabhängige Entwicklung von Sträuchern und Bäumen im Sukzessionsverlauf von brachgefallenem Grünland in Südwestdeutschland. Phytocoenologia 23: 539-560.
- SCHREIBER, K.-F., 1995: Renaturierung von Grünland - Erfahrungen aus langjährigen Untersuchungen und Managementmaßnahmen. Ber. d. Reinhold-Tüxen-Gesell. 7: 111-139.
- SCHREIBER, K.-F. & BROLL, G., 1995: Extensiv-Grünland unterschiedlicher Standortsproduktivität im Rahmen landschaftspflegerischer Entwicklungsplanung. VDLUFA-Schriften. 40: 651-654.
- SCHREIBER, K.-F. & SCHIEFER, J., 1985: Vegetations- und Stoffdynamik in Grünlandbrachen - 10 Jahre Bracheversuche in Baden-Württemberg. Münstersche Geographische Arbeiten 20: 111-153.
- SCHREIBER, K.-F., MATTES, H., BROLL, G. & BRAUCKMANN, H.-J., im Druck: Faunistische Untersuchungen auf Bracheversuchsflächen in Baden-Württemberg - Sukzessionsflächen im Vergleich zu extensiv gepflegtem Grünland. Veröff. des Projektes Angewandte Ökologie der Landesanstalt für Umweltschutz Bad.-Württ.

- SCHUMACHER, W., 1992: Extensivierung - Möglichkeiten und Grenzen für den Arten- und Biotopschutz in der Kulturlandschaft. VDLUFA-Schriften. 35: 86-97.
- SCHWARTZE, P., 1995: Effizienzkontrolle bei einer Betreuung von Feuchtgrünlandschutzgebieten im Kreis Steinfurt (NRW) - Konsequenzen für eine extensive Nutzung. NNA-Berichte 2/95: 94-102
- SMUKALSKI, M. & ROGASKI, J., 1992: CO₂-Sources und CO₂-Sinks bei extensivem und traditionellem Landbau. VDLUFA-Schriften. 35: 877-880.
- STAHR, K., JAHN, R., BILLEN, N., LEHMANN, A. & SOMMER, M., 1993: Veränderungen des Nährstoffhaushalts landwirtschaftlich genutzter Böden durch Flächenstillegung. Mitt. DBG 72: 1459-1462.
- SUTER, E., STÄHLI, R. & CUENDET, G., 1994: Regenwurmpopulationen von Dauergrünländern des Schweizer Mittellandes: Erste Resultate der laufenden Untersuchung. Bull. Bodenkundl. Gesell. d. Schweiz 18: 57-64.
- TIMMERMANN, F. & SCHRÖER, B., 1992: Ökologische Bewertung landwirtschaftlicher Extensivierungsmaßnahmen des Marktentlastungs- und Kulturlandschaftsausgleichsprogramms in Baden-Württemberg. VDLUFA-Schriften. 35: 609-613.
- UCHTMANN, H. & ROSENTHAL, G., 1996: Vegetations- und standörtliche Untersuchungen in Feuchtwiesenbrachen. Bremer Beitr. f. Naturkunde u. Naturschutz 1: 143-150.
- VDLUFA VERBAND DEUTSCHER LANDWIRTSCHAFTLICHER UNTERSUCHUNGS- UND FORSCHUNGSANSTALTEN (Hrsg.), 1992: Ökologische Aspekte extensiver Landbewirtschaftung. Kongreßband 1992 Göttingen, VDLUFA-Schriften. 35, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.
- VDLUFA VERBAND DEUTSCHER LANDWIRTSCHAFTLICHER UNTERSUCHUNGS- UND FORSCHUNGSANSTALTEN (Hrsg.), 1995: Grünland als Produktionsstandort und Landschaftselement, VDLUFA-Schriften. 40, VDLUFA-Verlag, Darmstadt.
- WATZKE, G. & ROSCHKE, M., 1995: Veränderungen der Nährstoffgehalte in Niedermoorböden bei extensiver Grünlandnutzung und Konsequenzen für eine Ergänzungsdüngung. VDLUFA-Schriften. 40: 233-236.
- WILDENHAYN, M., 1992: Konzeption eines interdisziplinären Forschungsvorhabens (INTEX) zu Auswirkungen von Extensivierungsmaßnahmen im Ackerbau. VDLUFA-Schriften. 35: 226-229.
- WOLF, G., WIECHMANN, H. & FORTH, K., 1984: Vegetationsentwicklung in aufgegebenen Feuchtwiesen und Auswirkungen von Pflegemaßnahmen auf Pflanzenbestand und Boden. Natur und Landschaft 59: 316-322.
- WOLTERS, V. & JOEGENSEN, R.G., 1993: Wirkung von Lumbricus terrestris auf den mikrobiellen N-Umsatz in der Sukzessionsreihe Acker-Brache-Wald. Mitt. DBG 69: 147-150.

Bodenseparieren - eine neuartige Bodenbearbeitungstechnik

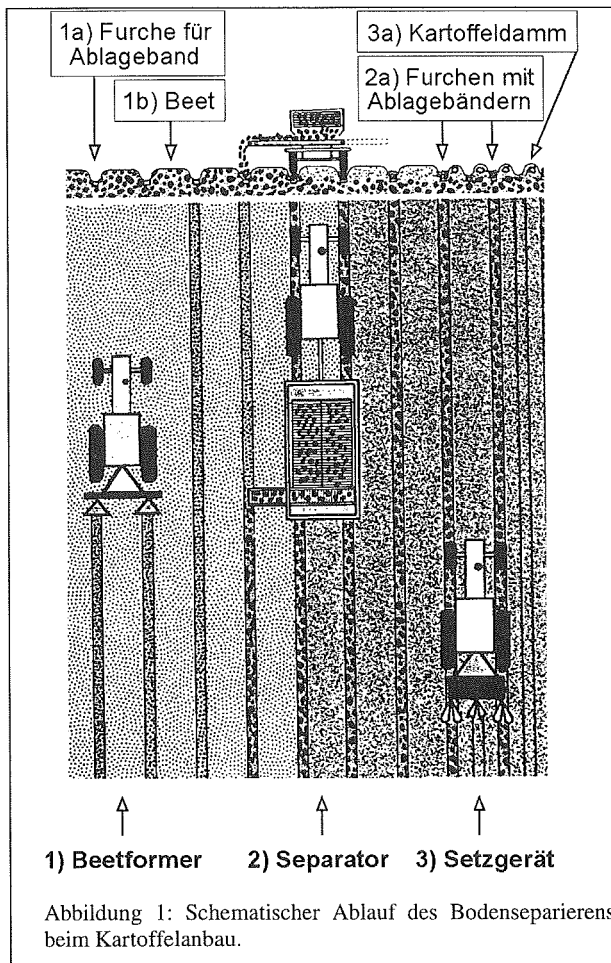
Urs Zihlmann und Peter Weisskopf, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, Reckenholz (FAL), 8046 Zürich

Thomas Anken, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), 8356 Tänikon

Markus Rüttimann, Geo 7, 3012 Bern

Bodenseparieren beim Kartoffelanbau

Ziel dieser neuen Bearbeitungstechnik (Abb.1) ist es, gleichmässig aufgebaute Kartoffeldämme mit feinen Bodenteilchen zu schaffen, damit auch in steinigem oder zur Schollenbildung neigenen Böden eine schonende und arbeitssparende Kartoffelernte möglich wird.



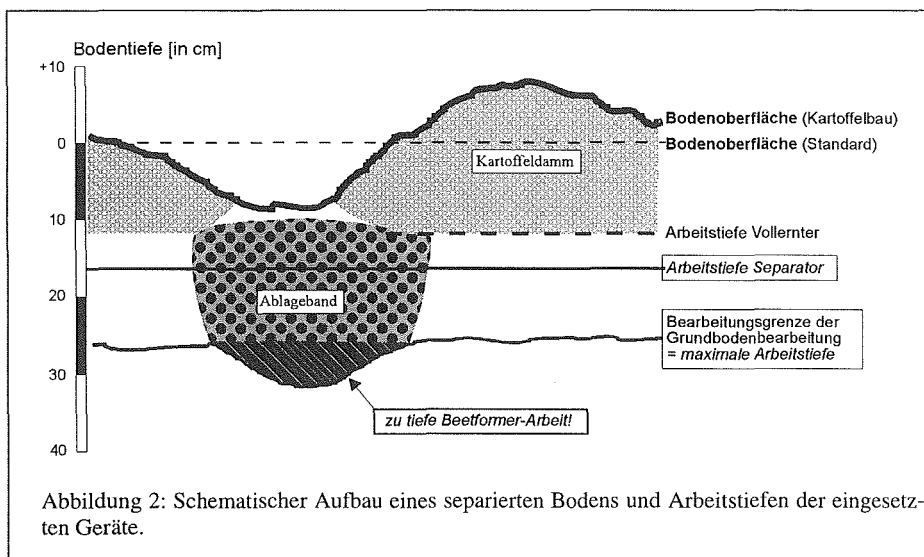
Durch das Bodenseparieren beim Kartoffelanbau werden die Böden auf teilweise völlig andere Art beansprucht und verändert als durch herkömmliche Bodenbearbeitungsverfahren mit Eggen oder Fräsen (Abb. 2). Wegen dieser bislang unbekanntem Bodenbearbeitungseffekte sind in der BGS-Plattform „Bodenschutz“ folgende Bedenken bezüglich der Folgen des Bodenseparierens für den Boden diskutiert worden:

- Intensive Entmischung von Steinen und Feinerde.
- Stärkere Schädigung der Bodenstruktur, vor allem Verdichtungen in den Ablagebändern.
- Erhöhte Verschlammungs- und Erosionsgefahr durch Entfernen erosionshemmender Steine und Schollen auf kaum aggregierten Böden.
- Zu massive Störung des Bodenlebens.
- Intensivere N-Mineralisierung und dadurch erhöhtes N-Auswaschungsrisiko.
- Gefahr eines Mechanisierungsschubes (z.B. durch direktes Überladen bei der Ernte).

Mit Feldbeobachtungen durch die Eidgenössischen Forschungsanstalten Reckenholz und Tänikon sowie einer Umfrage durch das Büro Geo 7 wurde 1995 versucht, erste Schätzungen des Gefährdungspotentials dieser neuartigen Bodenbearbeitungstechnik vorzunehmen.

Beobachtungen zur Bodenstruktur

- Die separierten Kartoffeldämme waren locker und gleichmässig aufgebaut. Sie bestanden überwiegend aus feinen Bodenaggregaten, während in nicht separierten Dämmen auch grobe Schollen vorhanden waren.
- Das separierte Bodenmaterial unterlag keiner sichtbar stärkeren Verknetung oder oberflächlichen Verschmierung als bei herkömmlicher Bearbeitung, das heisst der Luft- und Wasseraustausch der Aggregate wurde nicht stärker beeinträchtigt.
- An den untersuchten vier Standorten im östlichen Mittelland war kein erhöhtes Verschlammungs- und Erosionsrisiko festzustellen, hingegen wurde in feinsandig-schluffigen und gefügelabilen Böden des westlichen Mittellandes eine erhöhte Erosionsanfälligkeit beobachtet.



Verdichtete Ablagebänder

- Die in den 25 bis 35 cm tiefen Furchen des Beetformers abgelegten Steine und Erdschollen waren während der Kartoffelkultur eindeutig als Bänder zu erkennen. Sie blieben auch in der Folgekultur noch sichtbar, wenn nach der Kartoffelernte nicht bis zur Basis der Ablagebänder bearbeitet wurde.
- Die Wassersickerung in den Ablagebändern wird durch Standort- und Bewirtschaftungsfaktoren beeinflusst:
 - bei gut siebfähigen, steinig und unter trockenen Bedingungen separierten Böden traten keine wesentlichen Einschränkungen auf;
 - bei schollenreichen, lehmigen und unter sehr feuchten Bedingungen separierten Böden war die Wassersickerung in den verdichteten Ablagebändern deutlich gehemmt.

Standortgemässer Einsatz ist wichtig

- Die Pflanzbettbereitung für Kartoffeln erfordert generell rund fünfmal mehr Energie als die Saattbettbereitung mit Federzinkenegge zu Wintergetreide. Beim Kartoffelanbau wird der Boden also - unabhängig vom gewählten Bearbeitungsverfahren - stark beansprucht.
- Im Unterschied zur ökonomischen Betrachtung bringt das Bodenseparieren aus ökologischer Sicht keine Vorteile im Sinne einer Reduktion der Bodenbelastung; bei sorgfältigem Separieren wird das Bodengefüge allerdings auch kaum stärker beansprucht als bei herkömmlicher Bearbeitung.
- Die Separiertechnik ist für Standorte geeignet, wo der Kartoffelanbau bis anhin wegen Steinen oder Schollen erschwert war.
- Für den Kartoffelbau ungeeignete sehr stein- oder schollenreiche Böden lassen sich auch mit Hilfe des Separators nicht "kartoffelfähig" machen.

Erste Empfehlungen für die Praxis

- Wie bei allen Bodenbearbeitungsmassnahmen: Nur gut abgetrockneten Boden bearbeiten - vor dem Separieren unbedingt mit der Spatenprobe prüfen!
- Um verdichtete Ablagebänder mit vertretbarem Aufwand und ohne Eingriff in den Unterboden wieder lockern und einmischen zu können: nur bis maximal zur Grundbodenbearbeitungstiefe arbeitende, dafür breit ausräumende Beetformer einsetzen.
- Weil ohne Doppelläder auf locker geschütteten Ablagebändern gefahren werden muss: Traktorgewicht und -bereitung auf minimale Druckbeanspruchung des Bodens optimieren.
- Um die Bodenteilchen nicht übermässig zu beanspruchen: Boden vor dem Separieren nicht zusätzlich mit einem zapfwellengetriebenen Gerät bearbeiten; mit Separator nicht tiefer als etwa 15 cm unterhalb der ursprünglichen Bodenoberfläche eingreifen.
- Um den Boden zusätzlich zu schonen: nur so fein separieren, wie für die Trennorgane des Vollernters erforderlich. Dazu die Lichtmasse der Siebketten von Separator und Vollernter aufeinander abstimmen.

Weiteres Vorgehen

Die ersten Untersuchungen 1995 erlauben keine abschliessende Beurteilung des Bodenseparierverfahrens. Deshalb folgen 1996 weitere Arbeiten in den Bereichen „N-Haushalt des Bodens“, „Bodenleben“, „Nachwirkungen des Separierens auf Folgekulturen“ und „Bodenbelastung durch neue Mechanisierungsketten“.

Résumé

L'arrivée de la machine à séparer mottes et pierres dans la culture de la pomme de terre a suscité quelques réserves des milieux de la protection du sol, au plan du maintien de son intégrité: La séparation physique de la terre fine et des pierres, une contrainte mécanique accrue sur les éléments structuraux, auraient pour conséquence une augmentation du risque d'érosion et de bat-tance, une atteinte massive à la vie du sol, et une minéralisation accrue de l'azote.

Une série d'observations au champ et une enquête chez quelques agriculteurs ont permis d'étudier le problème et d'émettre quelques recommandations pratiques.

Le sol privé de ses pierres et éléments grossiers n'a pas été soumis à une contrainte mécanique supérieure à un sol normalement travaillé. Les sols à structure peu stable du Moyen-Pays occi-dental ont cependant été soumis à un risque érosif accru. En certains sites, et sous des conditions particulières d'humidité du sol, on a observé un tassement important des éléments grossiers ras-semblés en lignes.

Quelques indications sur le choix des sites, les conditions d'emploi de la machine et ses pro-priétés essentielles sont proposées dans le but d'éviter les effets néfastes de la séparation sur l'état structural.

(Traduction: J.A. Neyroud)

Dank

Wir danken den an den Feldbeobachtungen und der Umfrage beteiligten Landwirten für ihre Unterstützung sowie Herrn Hagenbuch (Reekie GmbH, Oberlunkhofen) für seine Mithilfe bei der Feldauswahl und fruchtbare Diskussionen.

SAATBETTFEINHEIT MIT BILD- UND SIEBANALYSE BESTIMMEN

Thomas Anken und Thomas Hilfiker, Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarwirtschaft und Landtechnik (FAT), CH-8356 Tänikon

Ruggero Sandri, Dip. TeSAF, Università degli studi di Padova, I-35131 Padova

Häufig zu feine Saatbetten in der Praxis

Leistungsstarke Traktoren und zapfwellengetriebene Geräte verleiten die Landwirte häufig, das Saatbett zu fein zu bearbeiten. Der Praktiker beurteilt die Feinheit eines Saatbettes praktisch ausschliesslich aufgrund von optischen Parametern. Die Schollenanalyse, bei welcher Bodenproben in verschiedene Fraktionen ausgesiebt und davon der gewogene mittlere Durchmesser (GMD) bestimmt wird, ist für die Praxis zu umständlich.

Bildanalyse zur Bestimmung der Saatbettfeinheit

Korrelieren die Parameter aus der optischen Beurteilung mit der Schollenanalyse?

Um diese Frage abzuklären, entwickelte die FAT ein Verfahren mit digitaler Bildanalyse für die Bestimmung der Anzahl und der Grösse der Schollen auf der Oberfläche von bearbeiteten Saatbetten. Das Hauptproblem ist, dass sich die Schollen farblich nicht von der restlichen Bodenoberfläche unterscheiden. Eine Lösung ergab sich, indem eine Holzkiste (1 m x 0,7 m x 1,3 m) die Probeflächen verdunkelt und von jeder Fläche aus vier Blitzrichtungen je eine Fotografie erstellt wird. Dabei wird die Blitzrichtung von Abbildung zu Abbildung in konstantem Abstand zur Kamera je um 90° versetzt. Das Blitzen aus verschiedenen Richtungen führt dazu, dass an den Rändern der Schollen ein verstärkter Lichtgradient (Schatten) entsteht. Nach hartem Stylen der Bilder lassen sich mittels der ersten und zweiten Ableitung zwischen den Bildern die Schollenumrisse berechnen. Aus den verschiedenen Umrissfragmenten werden die eigentlichen Schollen mittels des Danielson-Algorithmus berechnet. Die Bearbeitung der Bilder erfolgt mittels einer von der FAT entwickelten Software.

Das Bestimmtheitsmass (R^2) der Regression zwischen dem GMD der Schollenanalyse und dem GMD der Bildanalyse beträgt 0,81 (5 Standorte, $n=182$). Zwischen der Anzahl Schollen mit einem Durchmesser > 40 mm und dem GMD der Bildanalyse beträgt es 0,88. Das Auszählen der Schollen > 40 mm lässt sich in der Praxis problemlos durchführen.

Energieverbrauch [MJ/ha], Winterweizenertrag [dt/ha]
und Gewogener mittlerer Schollendurchmesser GMD [mm]

Bodenart = sandiger Lehm

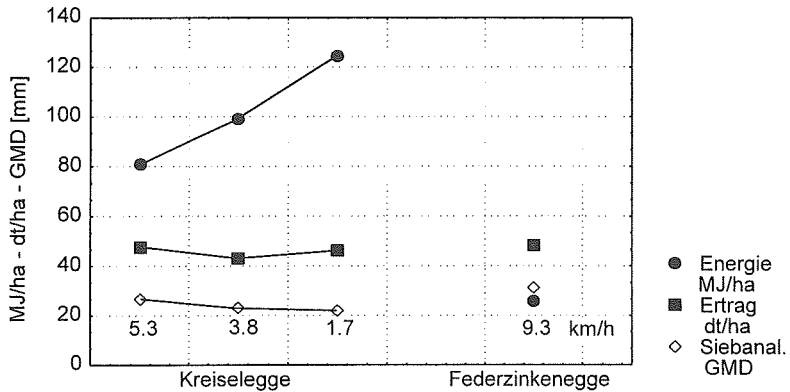


Abb. 1: Energieverbrauch, Saatbettfeinheit und Winterweizenertrag eines Versuchsjahres auf einem sandigen Lehm

Saatbettfeinheit und Ertrag

Wie Abbildung 1 zeigt, besteht kein direkter Zusammenhang zwischen der investierten Energie (MJ/ha) für die Saatbettbereitung und dem Pflanzenertrag. Die zusätzlich investierte Energie führt nur bedingt zu einem feineren Saatbett (GMD). Statt für die Zerkleinerung der Schollen wird die zusätzlich investierte Energie mehrheitlich in Reibung umgesetzt, was die Bodenstruktur belastet. Diese Resultate haben sich auch im zweiten Versuchsjahr bestätigt. Ohne Ertragseinbußen liesse sich demnach der Aufwand für die Saatbettbereitung reduzieren. Diese Reduktion würde stark zur Schonung der Bodenstruktur und zur Verminderung der Verschlämmung sowie der Erosion beitragen.

Aus den vorliegenden, noch abzuschliessenden Untersuchungen sollen unter der Berücksichtigung weiterer Parameter wie Bodenart-, -feuchte und Kulturansprüche Empfehlungen für die Praxis resultieren. Das einfache Auszählen der Anzahl Schollen > 40 mm könnte dabei wesentlich zur Objektivierung der Saatbettbeurteilung beitragen. Dies wäre ein erster wichtiger Schritt, da die Landwirte bis anhin über keine Mittel für die Bestimmung der Saatbettfeinheit verfügen.

Einfluss von Wanderbrache und Chinaschilf auf Bodenorganismen

Kohli, L., Goez, Ch., Schönholzer, F., Daniel, O. und J. Zeyer

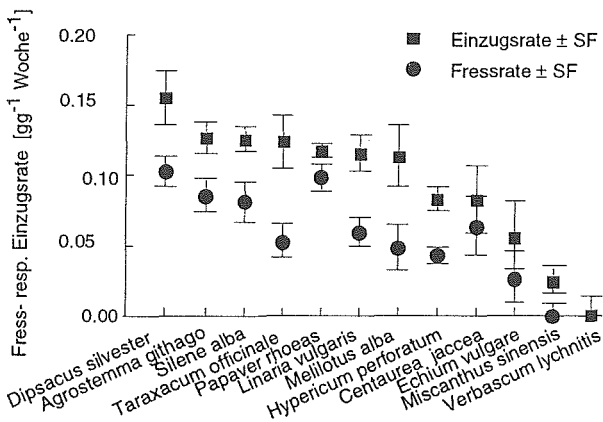
Bodenbiologie, Institut für Terrestrische Oekologie, ETHZ, Grabenstr. 3, 8952 Schlieren

Einleitung

Brachen z.B. Wanderbrache und nachwachsende Rohstoffe z.B. Chinaschilf (*Miscanthus sinensis*) werden als oekologische Ausgleichsflächen angesehen. Die Auswirkungen auf die Bodenorganismen sind aber bisher ungenügend erforscht. Die Vegetation dient Mikroorganismen und Bodenfauna, z.B. dem Regenwurm *Lumbricus terrestris* als Nahrungsresource. Die Qualität einer Nahrungsresource hängt neben den Hauptkomponenten (z.B. Polysaccharide, Proteine) auch von sekundären Pflanzeninhaltsstoffen ab.

Im vorliegenden Projekt wurde untersucht, ob welche Blätter von *L. terrestris* gefressen werden und inwieweit die Fressrate von sekundären Pflanzeninhaltsstoffen, vom Zersetzungsprozess und der mikrobiellen Besiedelung abhängt.

Frisst *L. terrestris* die welken Blätter ?



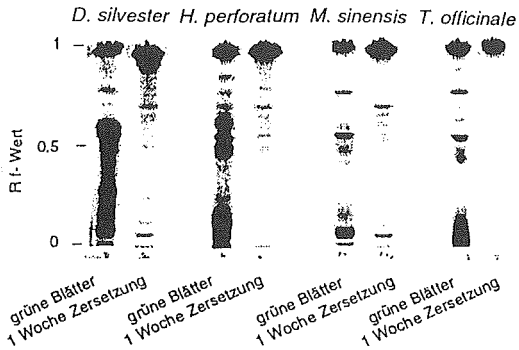
Die Fressrate von welken Blättern hängt von der Pflanzenart ab und beträgt ungefähr 70 % der Einzugsrate.

Könnten sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe die Fressraten von *L. terrestris* beeinflussen?

	<i>D. silvester</i>	<i>H. perforatum</i>	<i>M. sinensis</i>	<i>T. officinale</i>
Alkaloide	-	-	-	-
Anthrachinone	-	++	-	-
Bitterstoffe	+	-	-	+
Coumarine oder Pflanzensäuren	++	++	-	+
Flavanoide	+	+++	++	+
Saponine	-	-	-	-

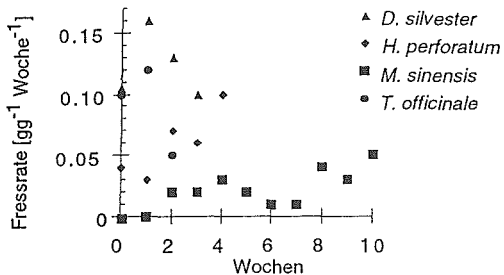
+++ starkes Signal ++ mittleres Signal
+ schwaches Signal - unter der Nachweisgrenze

Die dünnschichtchromatographische Analyse zeigt, dass Menge und Zusammensetzung von sekundären Pflanzeninhaltsstoffen in den grünen Blättern der untersuchten Pflanzen stark variiert.



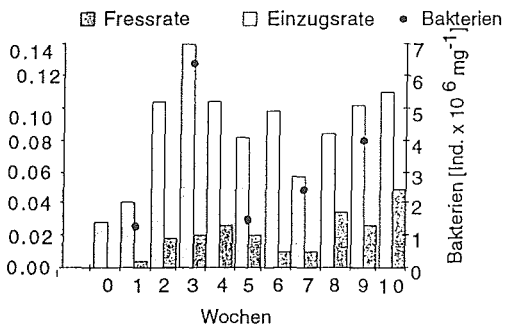
Die meisten Bitterstoffe und Glykoside verschwinden schon beim Welken oder sind nach einer Woche abgebaut. Lediglich gewisse ubiquitäre Verbindungen (z.B. Carinoide, Rf 1) sind nach einer Woche noch nicht abgebaut.

Beeinflusst die mikrobielle Besiedlung der Blätter die Fressrate von *L. terrestris* ?



Mit zunehmender Zersetzung (20°C, 100% rel. Luftfeuchtigkeit) werden *D. silvester* und *T. officinale* zuerst besser, dann schlechter, *H. perforatum* und *M. sinensis* besser von *L. terrestris* als Nahrungsresource akzeptiert.

Beeinflusst der Zersetzungsgrad der Blätter die Fressrate von *L. terrestris* ?



Die Einzugs- und die Fressrate von *M. sinensis* nach 0 - 10 Wochen Zersetzung durch *L. terrestris* zeigen einen ähnlichen Verlauf wie die Besiedelung der Blätter mit Bakterien (Bestimmung nach DAPI Färbung mit Hilfe automatischer Bildanalyse).

Folgerungen und Ausblick

- Viele Pflanzen der Wanderbrache eignen sich im welken Zustand gut als Futter für *L. terrestris*, *M. sinensis* hingegen wird kaum gefressen.
- Die meisten sekundären Pflanzeninhaltsstoffe sind nach einer Woche abgebaut und können deshalb nicht für die unterschiedliche Akzeptanz der Blätter als Futter verantwortlich gemacht werden.
- Möglicherweise erhöht die mikrobielle Besiedlung die Akzeptanz der Blätter als Nahrung für *L. terrestris*. Entsprechende Untersuchungen sind in Vorbereitung.

Massnahmen zur Verminderung der diffusen Nährstoffverluste im Rheineinzugsgebiet der Schweiz unterhalb der Seen

Markus Braun, Narzissenweg 12, 2504 Biel
 Ueli Sieber, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), 3003 Bern

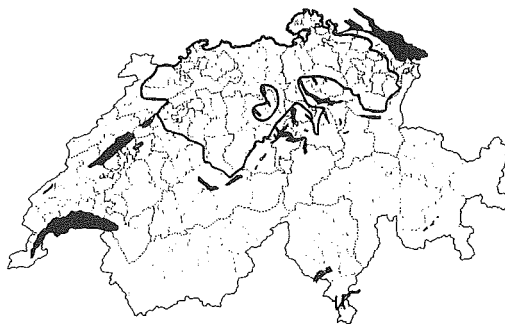
Résumé

Grâce à diverses mesures à l'encontre de l'entraînement par ruissellement, de l'érosion du sol et du lessivage, on pourrait réduire les pertes diffuses en phosphore et en azote de 35% et 20% respectivement dans le bassin versant suisse du Rhin situé en aval des lacs. Une agriculture écologique peut contribuer à améliorer la capacité de l'homme et de son environnement à se régénérer.

1. Schätzung der diffusen Nährstoffverluste

Als im Jahr 1987 das Aktionsprogramm 'Rhein' (APR) gestartet wurde, gelangten im Rheineinzugsgebiet der Schweiz unterhalb der Seen (Abb. 1) jährlich ca. 520 Tonnen Phosphor und ca. 21'000 Tonnen Stickstoff aus diffusen Quellen in die Gewässer. Bezogen auf die Gesamtfläche des Einzugsgebiets betragen die diffusen Einträge ca. 0,6 kg Phosphor und ca. 23 kg Stickstoff pro Hektare und Jahr (Braun et al. 1991). Sie umfassen vor allem landwirtschaftsbedingte sowie nicht verminderbare natürliche Nährstoffeinträge in die Gewässer. Die Haupteintragspfade sind beim Phosphor vor allem die **Abschwemmung** auf Grasland und die **Bodenerosion** auf Ackerland, beim Stickstoff die **Auswaschung** unter Ackerland, Grasland und Wald (Abb. 2 und 3).

Abb. 1: Das Rheineinzugsgebiet der Schweiz unterhalb der Seen.



2. Massnahmen durch die Landwirtschaft

Die **Abschwemmung** kann vermindert werden, wenn:

- das Grasland standortgerecht genutzt wird,
- bodenschonend bewirtschaftet wird,
- die Phosphorüberschüsse abgebaut werden,
- die Hofdünger nur bei günstigen Witterungs- und Bodenverhältnissen ausgebracht werden.

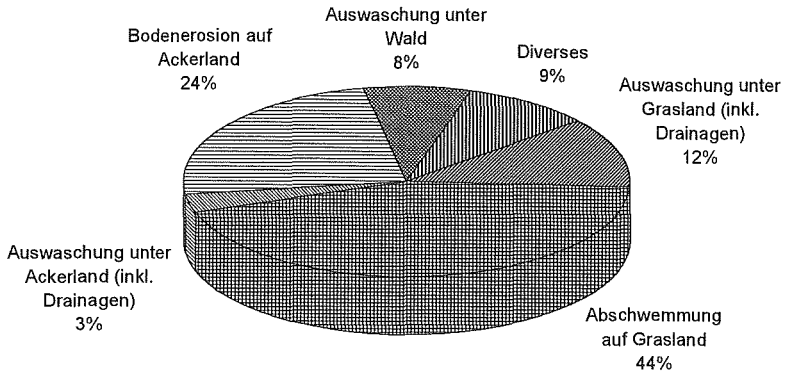


Abb. 2: Phosphorverluste aus diffusen Quellen in die Gewässer im Rheineinzugsgebiet der Schweiz unterhalb der Seen (1986: ca. 520 t P).

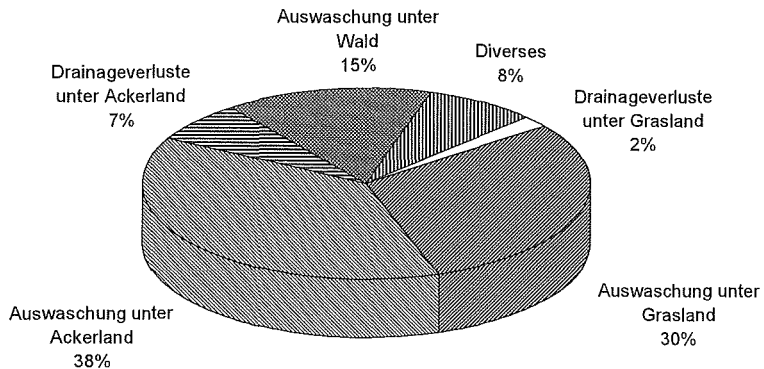


Abb. 3: Stickstoffverluste aus diffusen Quellen in die Gewässer im Rheineinzugsgebiet der Schweiz unterhalb der Seen (1986: ca. 21'000 t N).

Die **Bodenerosion** fällt geringer aus bei:

- standortgerechter Ackerlandnutzung (z.B. kein Ackerbau auf staunassen Böden in Hanglagen),
- Verringerung der mechanischen Bodenbelastung (z.B. Bearbeitung bei abgetrocknetem Boden),
- Anbau wenig erosionsanfälliger Kulturen (z.B. Kunstwiese statt konventioneller Maisanbau),
- konservierender Bodenbearbeitung (z.B. Streifenfrässaat).

Die **Auswaschung** kann vermindert werden, wenn:

- das Ackerland standortgerecht genutzt wird,
- die Stickstoffüberschüsse abgebaut werden,
- eine möglichst lückenlose Bodenbedeckung angestrebt wird,
- eine konservierende Bodenbearbeitung durchgeführt wird.

Gemäss Modellrechnung, in der arealstatistische Daten mit Verlustkoeffizienten verknüpft werden, kann bei der Umsetzung der wichtigsten Massnahmen beim Phosphor eine Verminderung der gesamten diffusen Einträge in die Gewässer von ca. 35% und beim Stickstoff eine solche von ca. 20% erwartet werden (IKSR 1992: Abb. 4 und 5). Beim Phosphor wird sich diese Verminderung vermutlich um die Jahrtausendwende im Rhein auswirken, beim Stickstoff erst später. Um den Mehraufwand für diese Massnahmen und Nutzungsänderungen abzugelten, werden in der Schweiz seit 1993 umweltschonende Produktionsformen (Integrierte Produktion, Biologischer Landbau, Ökologische Ausgleichsflächen) mit Direktzahlungen gefördert. Grundvoraussetzung für die Beiträge ist die Einhaltung der Umweltschutzgesetzgebung.

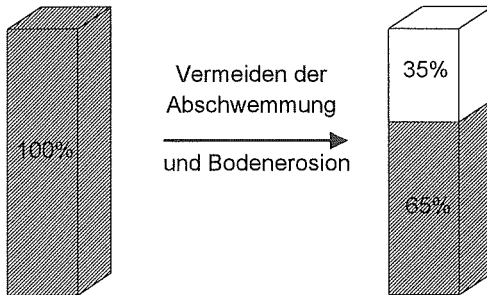


Abb. 4: Mögliche Verminderung der Phosphorverluste aus diffusen Quellen im Rheineinzugsgebiet der Schweiz unterhalb der Seen zwischen 1986 und 2000.



Abb. 5: Mögliche Verminderung der Stickstoffverluste aus diffusen Quellen im Rheineinzugsgebiet der Schweiz unterhalb der Seen zwischen 1986 und 2005.

3. Einbezug der Geisteswissenschaften

Eine Verminderung der Phosphor- und Stickstoffverluste aus diffusen Quellen um 35% respektive 20% genügt aber nicht, um stark belastete Gewässer in einen dauerhaft gesunden Zustand überzuführen. Deshalb sind neben naturwissenschaftlich und technisch begründeten Massnahmen noch weitere zu suchen. Der folgende Vergleich mit den Geisteswissenschaften zeigt eine Möglichkeit, die Umweltprobleme von einer anderen Seite zu sehen und ergänzende Ansätze zu deren Lösung zu finden.

Jeder Mensch hat ein individuelles Bewusstsein und Unbewusstsein. Will er etwas im Bewusstsein nicht wahr haben, fällt es ins Unbewusstsein. Weil dieses stets das Gleichgewicht anstrebt, bringt es das Problem als Krankheitssymptom am Körper des einzelnen Menschen zum Ausdruck

('psycho-somatische' Krankheitssymptome: Abb. 6 links). Entsprechend dem einzelnen Individuum hat die Menschheit ein kollektives Bewusstsein und Unbewusstsein (Jacobi 1992). Da das individuelle und kollektive Unbewusstsein verbunden sind, sind die verdrängten Probleme im individuellen und kollektiven Bereich identisch. Um das Gleichgewicht herzustellen, bringt das kollektive Unbewusstsein ein Problem in der Umwelt zum Ausdruck ('psycho-somatische' Umweltprobleme: Abb. 6 rechts).

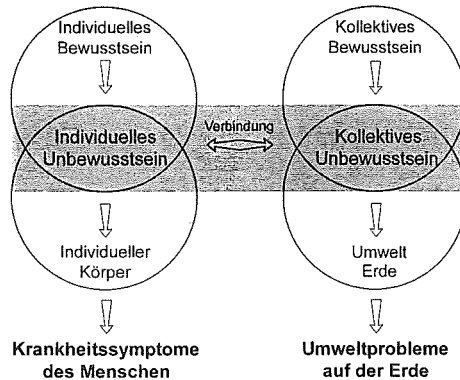


Abb. 6: Erklärung der Verbindung zwischen Krankheit und Umwelterstörung mit Hilfe der Psychologie.

Einerseits sind viele Menschen von Gedanken des ewigen Kampfes um noch mehr Produktion beherrscht. Gefühle für Frieden und Ruhe finden keinen Platz. Sie sind immer in Bewegung und haben verlernt, in sich zu ruhen. Dieses Ungleichgewicht kann sich in Form von Störungen beim Blutkreislauf und Herzen sowie in Form eines Zusammenbruchs der Regenerationskraft äussern. Der Körper des Menschen wird zum Spiegel seiner individuellen Gedanken und Gefühle. Andererseits zwingen die Menschen auch den Boden zu noch mehr Produktion. Sie überdüngen ihn. Sie bearbeiten ihn rational und rationell. Dem Boden wird kaum Ruhe gegönnt. Infolge dieses Ungleichgewichts werden zu viele Nährstoffe in die Gewässer abgeschwemmt und ausgewaschen. Die Regenerationskraft der Gewässer bricht zusammen, die Gewässer 'kippen um'. Die Umwelt wird zum Spiegel der kollektiven Gedanken und Gefühle (Braun 1992).

Krankheitssymptome des Menschen und Umweltprobleme auf der Erde haben dieselbe Ursache: ein inneres Ungleichgewicht in uns Menschen. Daraus ist abzuleiten, dass im Hinblick auf eine nachhaltige Nutzung des Bodens und dauerhafte Gesundung der Gewässer die Geisteswissenschaften zur Lösung der Umweltprobleme einzubeziehen sind.

Literatur

- BRAUN M., FREY M., HURNI P. und SIEBER U., 1991: Abschätzung der Phosphor- und Stickstoffverluste aus diffusen Quellen in die Gewässer im Rheineinzugsgebiet der Schweiz unterhalb der Seen (Stand 1986). Bericht 1. Teil, 87 Seiten. FAC Liebfeld und BUWAL Bern.
- BRAUN M., 1992: Spiegelbild im Sempachersee. Mitteilungen der EAWAG 34D, 37-39.
- IKSR (Internationale Kommission zum Schutze des Rheins gegen Verunreinigungen), 1992: Tätigkeitsbericht 1992. Koblenz, 176 Seiten.
- JACOBI J., 1992: Die Psychologie von C.G. Jung. Eine Einführung in das Gesamtwerk. Fischer Verlag, Frankfurt. 207 Seiten.

METABOLIC DIVERSITY OF MICROBIAL POPULATIONS FROM SOILS OF DIFFERENT AGRICULTURAL SYSTEMS

Fließbach, A., Mäder, P., Wiemken, A.²⁾, Niggli, U.

Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Bernhardsberg, 4104 Oberwil,

²⁾ Botanisches Institut der Universität Basel, Hebelstr. 1, 4056 Basel

1. Introduction

Soil microorganisms are living in complex communities, where they are responsible for nutrient recycling and the degradation of problematic xenobiotics. The current decrease in biodiversity has aroused interest in quantifying the impact on biotic component of soil ecosystems in view of the sustainability of agricultural systems.

Ecological studies are considering community structure (species diversity) and/or function (rate of specific processes). There are several experimental approaches to assess the diversity of microbial populations, most of them are relying on isolation and culture techniques based on physiological tests, and, more recently, on fatty acid profiles, protein analysis, nucleic acid hybridization, or DNA fingerprinting. Isolation of microbial populations, however, selects only for a minority of organisms. One recently developed method that avoids the isolation process assesses the immediate carbon source utilization of whole environmental samples, using BIOLOG microplates with 95 different carbon sources (GARLAND and MILLS, 1991) (BIOLOG Inc., Hayward, Cal.). Metabolic fingerprints as assessed by this method can be considered to reflect characteristic soil properties with respect to actual or potential microbial activities. It was the aim of our investigations to determine whether this carbon source utilization assay can be used to detect changes in microbial communities that might have occurred in soils under different agricultural management. As microbial biomass and overall microbial activities have been found to differ significantly in soils of different farming systems (Mäder et al., 1993), it was expected that differences may occur also at the community level of soil populations.

Materials and methods

A long-term field experiment comparing bio-dynamic, bio-organic and conventional (DOC) farming practice was set up in 1978 in the vicinity of Basle, CH (BESSON and NIGGLI, 1991). The treatments differ mainly in the form and intensity of fertilization and plant protection. The two biological plots received composted farmyard manure (FYM) (Dyn) or slightly rotted FYM (Org) and the two conventional plots stacked (anaerobic) FYM (Con) with mineral supplement or mineral fertilizer (Min) only. One treatment (Non) was left unfertilized. Crop rotation was the same for all treatments with winter wheat succeeded by grass clover in 1995.

Soils from the DOC-trial were sampled in March and October from the 0-20cm layer, pooled for each field replicate. Soil microbial biomass was estimated by fumigation extraction (VANCE et al., 1987). Soil dilutions of 10^{-2} with 0.1% Na-hexametaphosphate were inoculated directly into the microtiter wells, in which a tetrazolium dye is reduced by respiratory activity that accumulates as an insoluble formazan inside active cells. Color development was analyzed at 595 nm in a microplate reader (Model 450, Bio-Rad).

Absorbance values of each well were corrected for the waterblank, negative values were considered as 0 (raw difference). According to GARLAND and MILLS (1991) these data were normalized by the average well color development (AWCD: mean of positive raw difference values) in order to minimize differences due to inoculum density and substrate use kinetics. Multivariate statistics were performed with transformed data, but we also attempted to use univariate procedures (VAHJEN et al. 1995) to examine substrate use profiles and the metabolic potentials of the different soil communities.

Tab. 1. Organic carbon (C_{org}), pH(KCl) and microbial biomass (C_{mic}) of the different treatments in the DOC-trial (October 1995).

plot	fertilization	C_{org}	pH(KCl)	C_{mic}
Dyn	FYM-compost	1.7	5.8	353
Org	rotted FYM	1.4	5.5	308
Con	stacked FYM	1.4	5.2	225
Min	NPK	1.5	4.9	200
Non	no fertilizer	1.4	5.0	223

Results and Discussion

Average well color development (AWCD) of BIOLOG microtiter wells followed a sigmoidal curve with time, significantly depending on the dilution (Fig.1). When AWCD reached a value of approximately 1, principal component analysis was used to distinguish between the substrate utilization profiles (Fig. 2). The ordination of the first two principal components revealed patterns between the samples from biological and conventional plots, but ordination points overlapped consistently in the October sample, two months after crop removal and the last manure amendment. Variation of unfertilized plots, however, was the highest.

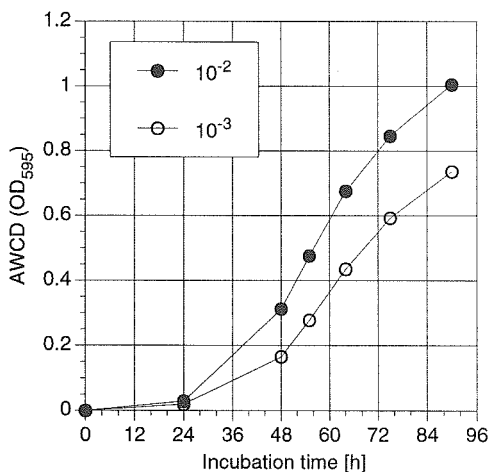


Fig. 1. Average well color development in soil suspended with 0.1% sodium hexametaphosphate. Dilutions of the first suspension (10^{-1}) were done after sedimentation of soil particles, accelerated by addition of 1ml 0.5M $CaCl_2$.

The Shannon index for diversity was significantly lower in the two conventional treatments in March (Fig. 3). In October the two treatments without manure amendment showed highest figures as well as the bio-organic treatment that was moderate limed

with an algae preparation together with the manure application for Dyn, Org and Con in August.

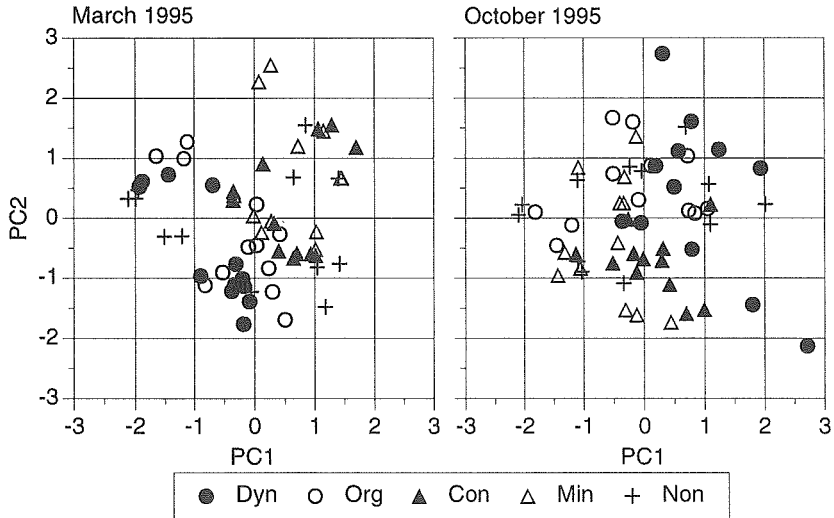


Fig. 2. Ordinate plots of AWCD-transformed absorbance values after principal component analysis of microbial communities from the DOC field plots at two sampling times.

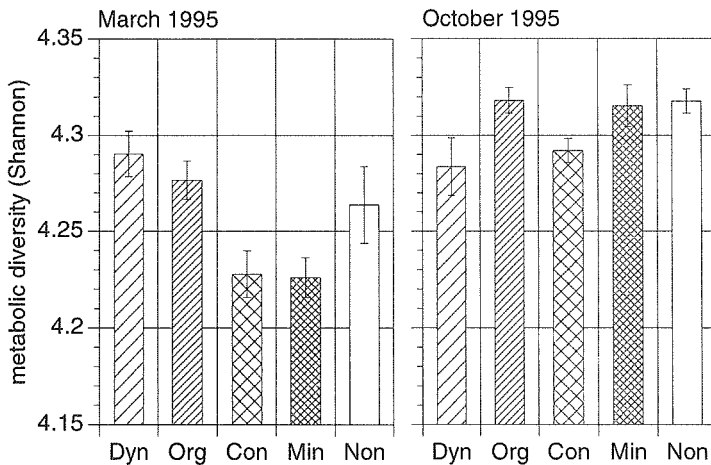


Fig. 3. Diversity of soil microbial communities among DOC-soils. Diversity was calculated as the Shannon Index: $\bar{H} = \sum p_i \ln(p_i)$, where p_i is the ratio of the activity on a particular substrate to the sum of activities on all substrates

Univariate evaluation of substrate utilization (absorption > AWCD) eliminates information about differences along with activities on the various substrates. Most of the substrates were either utilized in all the treatments or in none, while only a few substrates distinguished between the treatments.

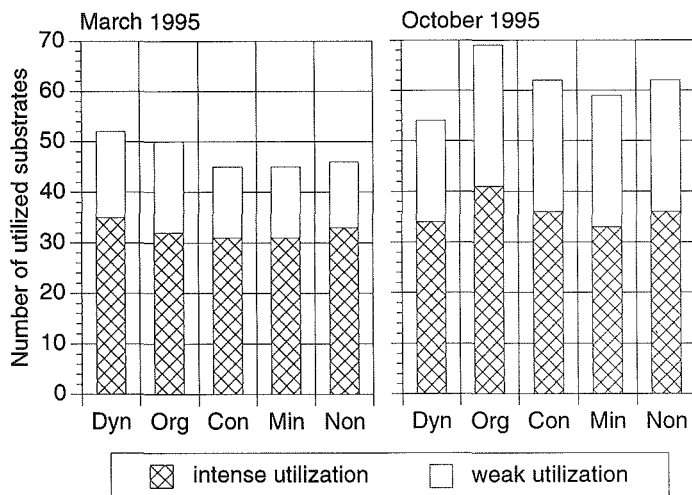


Fig. 4. Numbers of intensely and weakly used substrates among microbial communities from DOC-soils.

Differences in the number of intensely utilized substrates were small in March (Fig. 4) with the highest number in the bio-dynamic treatment. In October the number of utilized substrates was slightly higher in all treatments, but considerably higher in the bio-organic treatment that has been limed two months before.

Conclusions

Substrate use patterns of soil microbial communities appear to reflect actual or potential metabolic activities of soils. There is evidence that this method allows to differentiate between soils of different agricultural systems. Clearly, there are seasonal effects to be considered, as well as the influence of vegetation and short-term effects of amendments.

References

- BESSION J.-M. and NIGGLI, U., 1991: DOK-Versuch: Vergleichende Langzeituntersuchungen in den drei Anbausystemen bio-dynamisch, bio-organisch und konventionell. I. Konzeption des DOK-Versuches: 1. und 2. Fruchtfolgeperiode. Schweiz. Landw. Forsch. **31**: 79-109
- GARLAND, J. L. and MILLS, A. L. (1991) Classification and Characterization of Heterotrophic Microbial Communities on the Basis of Patterns of Community-Level-Sole-Carbon-Source Utilization. Appl. Environ. Microbiol. **57**: 2351-2359.
- MÄDER, P., HÜSCH, S., NIGGLI, U. and WIEMKEN, A. (1995) Metabolic activities of soils from bio-dynamic, organic and conventional production systems. In: Soil Management in Sustainable Agriculture (eds. Cook, H.F. and Lee, H.C.) 584-587.
- VAHJEN, W., MUNCH, J.-C. and TEBBE, C.C. (1995) Carbon source utilization of soil extracted microorganisms as a tool to detect the effects of soil supplemented with genetically engineered and non-engineered *Corynebacterium glutamicum* and a recombinant peptide at the community level. FEMS Microbiol. Ecol. **18**: 317-328
- VANCE, E.D., BROOKES, P.C. and JENKINSON, D.S. (1987) An extraction method for measuring soil microbial biomass C. Soil Biol. Biochem. **19**: 703-707.

Reproduzierbarkeit von Bodenprobenahmen für mikrobiologische Untersuchungen - erste Ergebnisse einer Fallstudie

Karin Nowack und Paul Mäder

Forschungsinstitut für biologischen Landbau, Bernhardsberg, CH-4104 Oberwil/BL

1. Einleitung

Für die Charakterisierung des Zustandes von Böden werden aufgrund ihrer Bedeutung für die Bodenfruchtbarkeit zunehmend auch bodenmikrobiologische Methoden eingesetzt. Mögliche Anwendungsgebiete sind Bioindikation und Dauerbeobachtung im Bodenschutz (z.B. FRY et al. 1994) sowie Erfolgskontrolle ökologischer Massnahmen und Beratung in der Landwirtschaft.

Voraussetzungen für die Messung und Interpretation bodenmikrobiologischer Kenngrößen sind eine reproduzierbare, repräsentative Probenahme, wiederholbare Analyse-Methoden sowie Vergleichswerte zur Beurteilung der erhaltenen Werte bei fehlenden Referenzböden. In einem 1995 begonnenen Projekt am Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL) werden diese Fragen in Literaturstudien und Fallstudien abgeklärt. In einem ersten Schritt wurden durch die Arbeitsgruppe «Vollzug Bodenbiologie» mit verschiedenen Labors in der Schweiz Ringanalysen zur Standardisierung wichtiger bodenmikrobiologischer Kennwerte durchgeführt. In einem weiteren Schritt ist es notwendig, die räumliche Variabilität der mikrobiologischen Kennwerte zu charakterisieren und Probenahme-strategien zu entwickeln, die reproduzierbare Ergebnisse liefern und repräsentativ für einen Standort sind.

Unter Berücksichtigung bestehender Strategien in Deutschland und Österreich und aufgrund der Kenntnisse der Literaturstudie von MÄDER et al. (1993) einigten sich die Mitglieder der Projektgruppe «Probenahme, Probenvorbereitung und Methodik Mikrobiologie» der Arbeitsgruppe «Vollzug Bodenbiologie» auf die folgende Probenahme-strategie: Auf dem zu untersuchenden Standort werden vier quadratische Flächen von je 10x10 m verteilt, darin werden Mischproben von je 20-30 Einstichen genommen. In der hier vorgestellten ersten Fallstudie wurden die folgenden Detailfragen zu dieser Strategie abgeklärt:

- Unterscheidet sich das Messergebnis, wenn die Mischprobe aus zufälligen Einstichen gewonnen wurde oder wenn die Einstiche entlang der beiden Diagonalen des Quadrates genommen wurden?
- Unterscheiden sich die Werte von Mischproben, die zwei mal hintereinander auf dieselbe Art (zufällig oder diagonal) genommen wurden?
- Unterscheiden sich Mischproben, die in angrenzenden Probenahmequadraten gezogen wurden?

2. Material und Methoden

Zur Abklärung der Fragen wurden zwei Naturwiesen in Oberwil/ BL ausgewählt: eine Parabraunerde (Standort «O») mit pH 7.1 und eine Kalkbraunerde (Standort «T») mit pH 7.7. Beide sind tiefergründig und gekennzeichnet durch lehmig-tonigen Schluff. Die Wiesen erhalten Festmistdüngung und waren zum Probenahmezeitpunkt gemäht.

Die Probenahme erfolgte am 27. Juni 1995 bei sonnigem, warmen Wetter. In beiden Wiesen wurde eine bodenkundlich und topographisch einheitliche Fläche mit derselben Neigung ausgewählt. Darin wurden vier Quadrate à 10x10 m nebeneinander gelegt.

In jedem Quadrat wurden mit einem Hohlmeißelbohrer mit 3 cm Durchmesser vier Mischproben à 25 Einstiche gezogen: zwei Mischproben entlang der Diagonalen des Quadrates und zwei Mischproben aus zufällig angeordneten Einstichen. Die Anordnung der Probenahmeflächen und Einstiche ist in Abb. 1 illustriert.

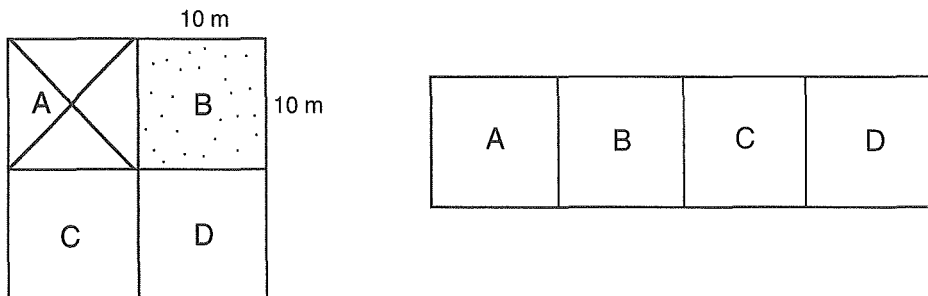


Abb. 1: Links: Standort «O» mit schematischem Beispiel für eine Mischprobe entlang der Diagonalen und einer Mischprobe mit zufällig angeordneten Einstichen; rechts Standort «T»

Die Einstichtiefe betrug 10 cm (ohne Grashorste, nicht in Kahlstellen, Maulwurfshügeln und Fahrspuren). Die Proben wurden bei 4 °C gelagert, in feuchtem Zustand gesiebt und dann bis zur Messung tiefgefroren gelagert. Vor der Analyse der Biomasse (SIR) und der Basalatmung wurden die Proben 7 Tage bei 20 °C und 50 % MWK präinkubiert. Die mikrobielle Biomasse wurde mit der Substrat-induzierten Respiration (SIR) nach ANDERSON und DOMSCH (1978) und mit der Fumigations-Extraktionsmethode (FEM) nach VANCE et. al (1987) bestimmt. Die Basalatmung wurde im Isermeyeransatz nach JÄGGI (1976) und die Dehydrogenaseaktivität nach THALMANN (1968) gemessen.

3. Ergebnisse und Diskussion

Wie die Tabelle 1 zeigt, bestand kein Unterschied in der Variabilität zweier gleich oder zweier unterschiedlich (diagonal und zufällig) gezogener Mischproben. Der prozentuale Unterschied der mikrobiologischen Messergebnisse wiederholter, diagonalen oder zufälliger Probenahme betrug 4 bis 10 %, derjenige bei diagonalen und zufälliger Beprobung 5 bis 12 %.

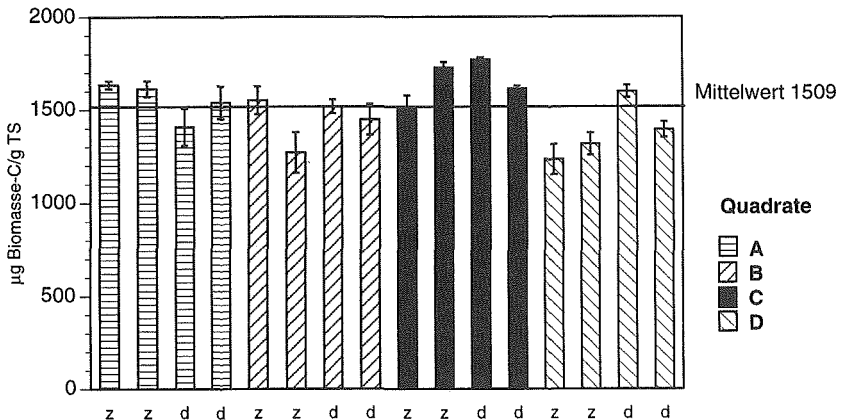
Tabelle 1: Variabilität der Ergebnisse von Mischproben in Prozent

Parameter	Prozentualer Unterschied von je 2 diagonal oder 2 zufällig gezogenen Proben ¹⁾	Prozentualer Unterschied von diagonal und zufällig gezogenen Proben ²⁾	Variationskoeffizient von 16 Proben aus 4 Quadraten	Variationskoeffizient von 4 Mittelwerten der 4 Quadrate
Standort «O»				
Biomasse (SIR)	10	12	10	8
Biomasse (FEM)	8	6	9	7
Basalatmung	10	10	13	13
Dehydrogenase	7	5	10	10
Standort «T»				
Biomasse (SIR)	7	5	7	5
Biomasse (FEM)	6	5	5	3
Basalatmung	8	5	6	2
Dehydrogenase	4	6	6	5

1) Mittelwert von jeweils 8 Wertepaaren; 2) Mittelwert von jeweils 16 Wertepaaren

Der Variationskoeffizient (CV) von 16 Mischproben aus vier Quadraten lag, je nach Parameter, zwischen 5 und 13 %, der CV der Mittelwerte von vier Quadraten zwischen 2 und 13 %.

Biomasse (SIR) Standort «O»



Biomasse (SIR) Standort «T»

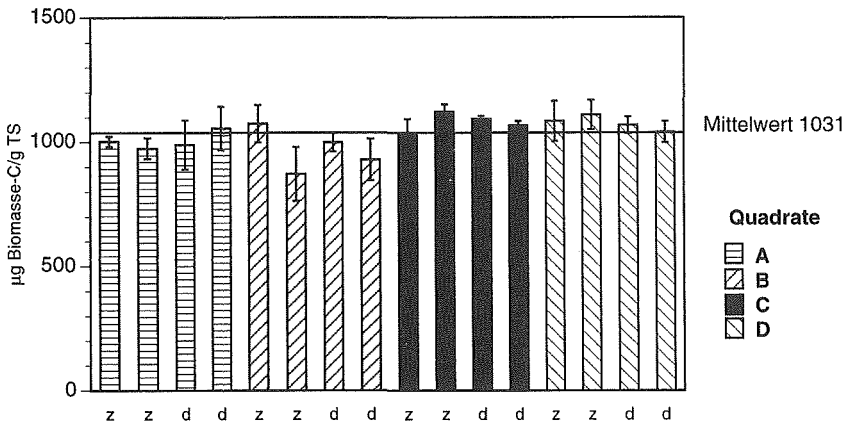


Abb. 2: Mikrobielle Biomasse (SIR) von 16 Mischproben der Quadrate A bis D auf Standort «O» und Standort «T»; z: zufällig angeordnete Einstiche, d: Einstiche entlang der Diagonalen; Fehlerbalken: analytische Variabilität (3 Messwiederholungen)

In Abbildung 2 sind als Beispiel die Mittelwerte und Standardabweichungen der Biomasse (SIR) aufgezeigt. Der CV der 16 Mischproben beträgt bei «O» 10 % und bei «T» 7 %. Der CV der Messwiederholungen betrug im Mittel 3 bis 4 %.

Die Mischproben der Naturwiese «T» waren generell weniger variabel als diejenigen der Wiese «O». Die Ergebnisse dieser zwei Wiesen zeigten bereits, dass die räumliche Inhomogenität des Bodenlebens von Fläche zu Fläche unterschiedlich ist.

In den untersuchten Naturwiesen muss man bei Mischproben somit, inklusive der analytischen Variabilität von 3 bis 6 %, mit einer kleinräumigen Variabilität von bis zu 13 %

rechnen. BECK und BECK (1994) fanden in 132 Acker- und Grünlandflächen in Bayern ähnliche Resultate bei der Beprobung der Parzellen mit 4 Teilflächen à 250 m². Sie erhielten bei 57 % der Flächen Variationskoeffizienten bis 10 %, bei 89 % der Flächen bis 20 %. Eine grössere Variabilität ist auf grössere Inhomogenität der untersuchten Flächen zurückzuführen. Auch Oberholzer und Jäggi (1994) fanden ähnliche Resultate bei der Untersuchung von jeweils 3 Mischproben im Umkreis von 10 m an 14 Ackerstandorten. Der CV der mikrobiellen Biomasse und der Proteaseaktivität lag bei 80 % der Standorte unter 10 %. Bezüglich N-Mineralisierung, Zelluloseabbau und Basalatmung waren die Probeflächen etwas weniger homogen: Bei 75 bis 90 % der Flächen lag der CV unter 15 %.

4. Schlussfolgerungen und Ausblick

Mit der gewählten Probenahmestrategie ist in Naturwiesen bei bodenmikrobiologischen Messungen eine kleinräumige Variabilität von 10 bis 15 % zu erwarten, unabhängig davon, ob die Einstiche diagonal oder zufällig angeordnet sind. In Äckern ist die Variabilität aufgrund der stärkeren Durchmischung durch die Bodenbearbeitung vermutlich niedriger. Die Strategie scheint uns daher geeignet, bodenkundlich homogene Standorte reproduzierbar zu beproben. Es bleibt zu bestimmen, ob mit dieser Strategie ein Standort auch *repräsentativ* beprobt werden kann. Dazu müssen Einzelproben gemessen werden und mittels geostatistischer Berechnungen die Probenahmestrategien modelliert und optimiert werden. Dies wird für den Parameter Biomasse (SIR) im Rahmen einer Diplomarbeit am Geographischen Institut der Universität Bern in Zusammenarbeit mit dem FiBL durchgeführt.

Die Anwendung der Strategie in weiteren Fallstudien wird zeigen, wie gross die Variabilität der vier Mischproben auf ganzen Schlägen ist und ob die Strategie praktikabel ist. Ein Vergleich mit der in der Landwirtschaft üblichen Beprobung entlang zweier Diagonalen über das ganze Feld ist ebenfalls geplant.

5. Literatur

- ANDERSON, J. P. E. und K. H. DOMSCH, 1978: A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils. *Soil Biology and Biochemistry* **10**, 215-221.
- BECK, T. und R. BECK, 1994: Die mikrobielle Biomasse in landwirtschaftlich genutzten Böden. I. Mitteilung: Die räumliche Verteilung der Biomasse in Böden. *Agribiol. Res.* **47**, 284-294.
- FRY, P., C. MAURER-TROXLER und A. ENGGIST, 1994: Einsatz bodenbiologischer Methoden in der langfristigen Bodenbeobachtung. *Eco-Inforna* **94** **5**, 273-280.
- JÄGGI, W., 1976: Die Bestimmung der CO₂-Bildung als Mass der bodenbiologischen Aktivität. *Schweiz. landw. Forschung* **15**, 371-380.
- MÄDER, P., K. NOWACK und T. ALFÖLDI, 1994: Literaturstudie zur Wahl der Methode für die Schätzung der mikrobiellen Biomasse im Boden sowie zur zeitlichen und räumlichen Variabilität der mikrobiellen Biomasse, der Bodenatmung und des Zelluloseabbaus. Forschungsinstitut für biologischen Landbau, Oberwil; Ausgeführt im Auftrag der Arbeitsgruppe Bodenbiologie der Bodenschutzfachstellen der Kantone Aargau, Bern und Solothurn. Bezug: Amt für Umweltschutz Kt. Aargau.
- OBERHOLZER, H. R. und W. JÄGGI, 1994: Bodenmikrobiologische Kennwerte verschiedener Ackerstandorte des Kantons Zürich - Horizontale Streuung und vertikale Verteilung. *BGS-Bulletin* **18**, 41-44.
- THALMANN, A., 1968: Zur Methodik der Bestimmung der Dehydrogenaseaktivität im Boden mittels Triphenyltetrazoliumchlorid. *Landwirtsch. Forschung* **21**, 249-258.
- VANCE, E. D., P. C. BROOKES und D. S. JENKINSON, 1987: An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biology and Biochemistry* **19**, 703-707.

Verdankung

Wir danken dem BUWAL für die Beteiligung an der Finanzierung dieses Projektes.

***In situ* analysis of uncultured *Frankia* populations in root nodules of *Alnus glutinosa* from different stands**

K. Zepp, D. Hahn and J. Zeyer

Federal Institute of Technology (ETH), Institute of Terrestrial Ecology, Soil Biology,
Grabenstr. 3, CH-8952 Schlieren, Switzerland

The nitrogen-fixing, actinomyceteous bacterium *Frankia* forms root nodules on more than 160 species of woody plants. These actinorhizal plants, e.g. *Alnus glutinosa*, *Alnus cordata* and *Alnus incana* in temperate regions, have a high potential for use in forestry for reforestation and reclamation of depauperate, nitrogen-limited soils, as nurse trees in mixed plantations or as monocultures for timber production. The economical importance of alders can be improved by the selection of the right combination of plants (e.g. forest or pioneer ecotypes) and their nitrogen-fixing microsymbiont in order to produce higher timber yields without nitrogen fertilization. Studies on the fate of *Frankia* strains introduced into soils as biofertilizer in combination with actinorhizal plants, however, are hampered by problems encountered with the isolation and identification of this recalcitrant bacterium. Today, molecular biological techniques are available that have the potential to overcome these problems. These techniques are based on nucleic acid hybridization reactions. Since marker molecules rather than organisms are detected, these techniques can be used unbiased by the limitations of culturability.

In our studies, the whole cell hybridization technique was used to analyse uncultured *Frankia* populations in nodule homogenates of black alders (*Alnus glutinosa*) obtained from different stands (lake Hallwil and a gravel pit at Ettiswil). This technique enables the microscopic detection of *Frankia* cells after binding of fluorescent nucleic acid probes to specific target sequences on 16S and 23S ribosomal RNA in fixed *Frankia* cells.

MOVEMENT AND FATE OF RESIDUAL CONTAMINANTS IN BIOREMEDIATED SOIL

D. Angehrn¹, R. Gälli¹ and J. Zeyer²

¹ BMG Engineering AG, Ifangstrasse 11, CH-8952 Schlieren

² Swiss Federal Institute of Technology (ETH), Institute of Terrestrial Ecology, Soil Biology, Grabenstrasse 3, CH-8952 Schlieren

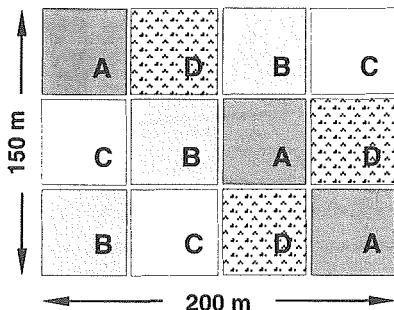
INTRODUCTION

Bioremediation is a process widely used to treat soil contaminated with mineral oil products. Although there are many advantages over other processes such as soil washing and thermal treatment (e.g. lower costs, soil as a living system is preserved, organic compounds are mineralized), some residual contaminants (RC) remain in the soil. Since information about these RCs and their environmental behaviour is lacking, these soils are disposed of in landfills instead of being reused.

If bioremediated soil is reused as top soil, various transformation and transport processes for such RCs could take place, an event which could potentially pose environmental risks. Among the relevant processes, volatilization, leaching and further biodegradation appear to be the most important and therefore, they were studied in more detail.

EXPERIMENTAL APPROACHES

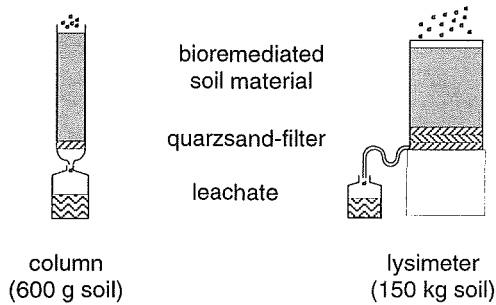
Fate of Residual Contaminants (RC) under Field Conditions



The concentration of RCs in bioremediated soil under field conditions was monitored during 2.5 years. 4 different land-farming procedures were investigated. Each was applied on 3 different land-plots. The different procedures were:

- A: covered with clover (*Trifolium pratense*)
- B: covered with grass (*Lolium perenne*)
- C: untreated fields
- D: ploughed fields

Leaching Experiments

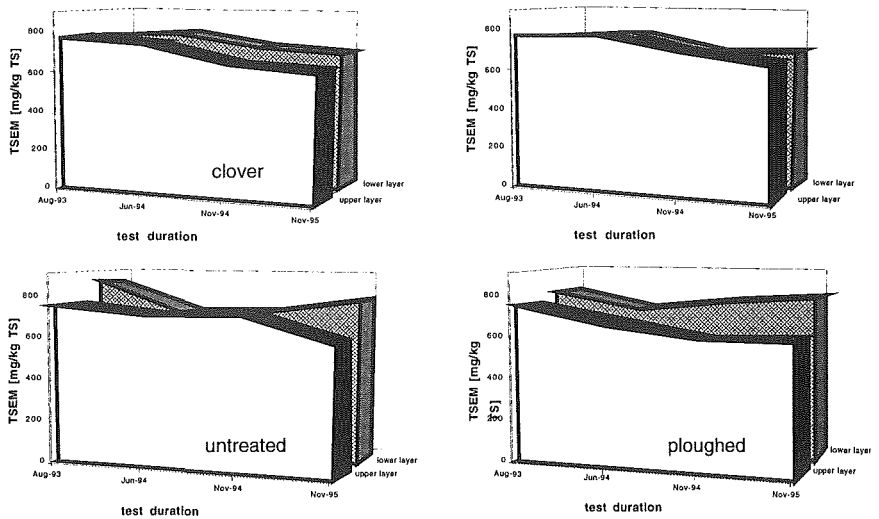


Leaching experiments were conducted to investigate the transport of RCs with infiltrating water. Additionally, the RCs in leachates from column- and lysimeter studies were compared with those from eluates using shaking tests.

An annual precipitation was simulated in the column- and lysimeter studies within 35 and 90 days, respectively.

RESULTS

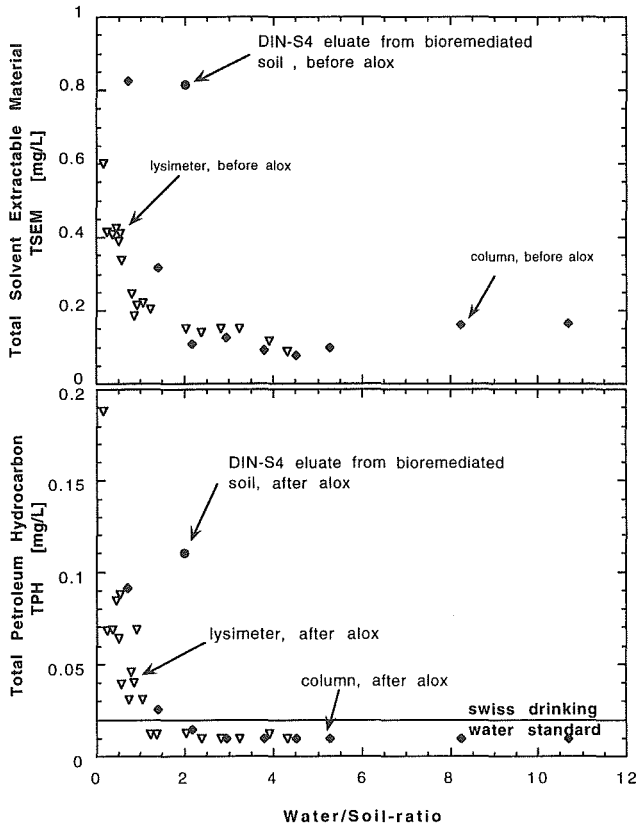
Fate of Residual Contaminants (RC) under Field Conditions



The concentration of RCs in bioremediated soil is decreasing very slowly with time. No significant differences between the various land-farming procedures can be observed.

No volatile compounds could be detected, since their concentration was below the detection limit.

Leaching Experiments



The Total Solvent Extractable Material (TSEM) is the summary of all the RCs within bioremediated soil. The Total Petroleum Hydrocarbons (TPH) is determined after separating the compounds with polar functional groups (e.g., fatty acids, alcohols) by means of aluminum oxide (alox).

- > Very good agreement among the different leaching-test resulted
- > Less than 1% of TSEM and less than 1‰ of TPH leached from the soil
- > After six months of precipitation, the final TPH-concentration in the leachate is below the corresponding swiss drinking water standard

CONCLUSIONS

- The decrease of concentration of RCs in bioremediated soil under ambient conditions is very slow. Therefore, the residual contaminants will remain in the soil over a long period of time.
- Among all the processes investigated in these studies, further biological degradation is the most important one to reduce the concentration of RCs in the soil.
- Leaching and volatilization as processes to reduce the concentration of RCs in bioremediated soil can be neglected
- Based on our experiments with bioremediated soil, the half-lives of RCs for individual elimination processes were estimated to be:

volatilization	:	> 3'850	years (estimated)
leaching	:	3'850	years (determined)
biodegradation	:	7.5	years (determined)

Acknowledgements

This work was supported by the Swiss National Science Foundation (Priority Programme Environment); Swiss Federal Institute of Technology, Institute of Terrestrial Ecology, Soil Biology; NUVAG Umweltschutz AG, Winterthur, Switzerland and BMG Engineering AG, Schlieren, Switzerland.

Jahresbericht / Rapport d'activités 1995

Auch dieses Jahr war unser Vereinsleben geprägt durch die drei verankerten Veranstaltungen : Die *Jahrestagung mit Mitgliederversammlung und wissenschaftlicher Tagung* , die *Anlässe im Rahmen der SANW-Jahrestagung* und die *Jahresexkursion*.

Die Jahrestagung, die Mitgliederversammlung und die wissenschaftliche Tagung vom 16. und 17. März 1995, durchgeführt an der Universität Bern, standen im Zeichen des 20-jährigen Bestehens unserer Gesellschaft. Insgesamt nahmen etwa 150 Mitglieder daran teil. An der Jubiläumsveranstaltung vom 16. März beglückwünschten uns der Präsident der Internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft, Prof. A. Ruellan aus Montpellier und das BUWAL, vertreten durch Herrn PD Karlaganis. Frau Bundesrätin Dreifuss gratulierte uns brieflich. Die Herren Florineth aus Bozen, Blum aus Wien, Huwe aus Bayreuth und Bruckler aus Avignon äusserten sich zu den Themen:

- Erosionsschutz im alpinen Raum (Florineth)
- Boden und Kulturlandschaft (Blum)
- Facteurs de la fertilité physique du sol (Bruckler)
- Böden als Kompartimente von Waldökosystemen (Huwe).

Gleichentags wurden auch die Poster ausgestellt, womit die Beiträge während zwei Tagen studiert und diskutiert werden konnten. Die Mitgliederversammlung wurde durch die Ernennung von Alfred Kaufmann und Luc-François Bonnard zu Ehrenmitgliedern der BGS gekrönt. Beide dienen unserer Gesellschaft seit Anbeginn im Vorstand als Kassier und Sekretär und beide traten von ihren Ämtern zurück. Der Apéro im Käfigturm leitete über zum gemeinsamen Nachtessen im Hotel Bern, wo Prof. Hans Sticher mit vortrefflich illustrierten Anekdoten das vergangene Vereinsleben nochmals an uns vorbeiziehen liess. An der wissenschaftlichen Tagung vom 17. März wurde das Thema des Physikalischen Bodenschutzes eingehend von der rechtlichen Seite, von der Seite des Vollzugs und von der natur- und ingenieurwissenschaftlichen Seite her vorgestellt und diskutiert. Ein besonderer Teil der Posterausstellung war den Kantonalen Bodenschutzfachstellen gewidmet, die hier ihre Tätigkeitsgebiete und Ausstaffierungen vorstellten. Die schriftlichen Beiträge sind in der Zwischenzeit im BULLETIN 19 publiziert worden.

An der Jahrestagung der Schweiz. Akademie der Naturwissenschaften vom 6.-8. September 1995 in St. Gallen waren wir durch zwei Anlässe vertreten. Gemeinsam mit der Schweiz. Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften wurde ein Symposium zum Thema "Boden als Basis für den Pflanzenbau - eine Gratwanderung zwischen Oekologie und Oekonomie" durchgeführt. Aus den beiden Gesellschaften nahmen insgesamt 40 Personen daran teil. Das BGS-Symposium über Aktuelle Bodenforschung in der Schweiz vermochte ca 15 Vortragende (Poster und Diavorführungen) zu vereinen. Die eingereichten Beiträge wurden in der Zwischenzeit im

DOKUMENT 7 publiziert. Der Vorstand würde es begrüßen, wenn in Zukunft nicht nur DoktorandInnen sich mit Beiträgen beteiligen würden. Die Anwesenheit von arrivierteren Forschern würde den Anlass auch für die jüngeren Wissenschaftler attraktiver gestalten. Jean Michel Gobat und Peter Fitze sei an dieser Stelle herzlich für die Durchführung der beiden Anlässe gedankt.

Die Jahresexkursion brachte uns die Juraböden näher. Bei strahlendem Wetter führten Jean-Michel Gobat und seine Mitarbeiter, unterstützt von Jean-Pascal Dubois und Phillipe de Pury, die 62 Teilnehmer an insgesamt 4 Standorten vorbei, die vom Chasseral bis nach Saignelegier und an die Nordabhänge des Doubs führten. Thema: Die Böden des Zentraljuras und ihre menschliche Nutzung, mit 4 Schwerpunkten:

- Entstehung der Braunerdeböden über allochtone äolischen Ablagerungen
- Beziehungen zwischen Boden und Vegetation in der Jura-Hochweiden
- Bodenkundliche Probleme einer Umwandlung in Bio-Landwirtschaft
- Pedologie und Bauwesen: Entwicklung neugestalteter Böden und "Jura-Lateriten".

Die ausgezeichnet vorbereitete und durchgeführte Exkursion verdiente die höchste Anerkennung der Teilnehmer.

Die ad-hoc Gruppe "Boden und Bundesverfassung" hat dem Vorstand einen ersten Entwurf einer Stellungnahme unterbreitet. Die BGS hat sich mit zwei Arbeitsgruppen zu einem BUWAL-Grundsatzpapier über den physikalischen Bodenschutz in der Schweiz geäußert. Der Vorstand hat die Bestrebungen, den Kantonalen Bodenschutzfachstellen eine berufliche Basis zu vermitteln, weiter geführt. Er erachtet die BGS als Bindeglied zwischen Forschung und Praxis und möchte in Zukunft seine Tätigkeit in dieser Richtung noch verstärken.

Der Vorstand hat eine Grundsatzdiskussion über die zukünftige Rolle der BGS in einer sich politisch, wirtschaftlich und ökologisch wandelnden Umgebung eingeleitet. Zur Diskussion sind sämtliche Mitglieder eingeladen. Interessenten wollen sich bitte mit dem Sekretariat in Verbindung setzen. An meinem im letzten Jahresbericht geäußerten Anliegen über den vermehrten Einbezug welscher und insgesamt jüngerer Mitglieder in die vielseitigen Tätigkeiten unserer Gesellschaft hat sich bedauerlicherweise kaum etwas geändert. Vor allem die Hochschulinstitute möchte ich ermuntern, in ihrem Umfeld stärker für die BGS zu werben.

Leider verliess uns unser Ehrenmitglied Alfred Kaufmann für immer. Am 4. Mai mussten wir von ihm in Jegenstorf Abschied nehmen.

Ich danke den Mitgliedern der BGS und insbesondere dem Vorstand für die stets kollegiale Atmosphäre, in der die Geschäfte abgewickelt werden konnten. Ich wünsche meinem Nachfolger eine befriedigende Tätigkeit.

P. Germann

Berichte der Arbeitsgruppen

Arbeitsgruppe "Bodenklassifikation und Nomenklatur"

Tätigkeitsbericht 1995/96

Seit der letzten Jahresversammlung hat die Arbeitsgruppe zwei Arbeitssitzungen abgehalten. Im Vordergrund stand dabei die Fertigstellung des Bodenschlüssels, der ja inzwischen das Stadium der Vernehmlassung erreicht hat. Im Herbst dieses Jahres soll die definitive Fassung an alle BGS-Mitglieder verschickt werden. Das Ziel des Schlüssels ist eine vereinfachte knappe und übersichtliche Darstellung der Einordnung der wichtigsten Böden der Schweiz. Der Schlüssel ersetzt also die Kenntnisse im Feld bei der Horizontbeurteilung und Bodenansprache nicht, aber er ist sicher eine sinnvolle Gedankenstütze. Der Schlüssel soll zudem seine Tauglichkeit auch im Zusammenhang mit der geplanten Veröffentlichung der Kartieranleitung der FAL unter Beweis stellen

Eine Umfrage bei den Mitgliedern der Arbeitsgruppe über die zukünftigen Aktivitäten hat verschiedene Perspektiven und Wünsche aufgezeigt. Anlässlich der Sitzung vom Februar 1996 hat sich die Gruppe darauf geeinigt, sich speziell mit dem Vergleich zwischen der FAL/BGS-Klassifikation und der FAO-Klassifikation im Rahmen von regelmässigen Feldbegehungen auseinanderzusetzen. Solche Uebungen können beispielsweise anlässlich der Vorbereitungen zu grösseren Exkursionen (BGS, DBG, ISSS) durchgeführt werden. Für 1996/97 sind konkret zwei bis drei solcher Feldbegehungen vorgesehen.

In einer intensiven Diskussion hat sich die Untergruppe "Bodendefinition" mit dem Entwurf zur neuen Bundesverfassung auseinandergesetzt und eine Stellungnahme, die vom Vorstand der BGS unterzeichnet wurde, in Bern eingereicht.

Die Arbeitsgruppe hatte sich anlässlich ihrer letzten Sitzung auch mit der neuen "Bodendefinition" ihrer Untergruppe auseinanderzusetzen. Das Ergebnis konnte die Arbeitsgruppe allerdings nach einer längeren Diskussion in der vorliegenden Form nicht akzeptieren, da ihrer Ansicht nach zuviele Mängel und Unklarheiten darin stecken, um eine sinnvolle Plenumsdiskussion anlässlich der Generalversammlung darüber durchzuführen. C. Lüscher als Leiter der Arbeitsgruppe hat beschlossen, die Diskussion über diese neue Bodendefinition mit Hilfe eines Posters anlässlich der Jahresversammlung 96 durchzuführen, um so auch die Meinung der übrigen Mitglieder der BGS in Erfahrung zu bringen.

Es liegt mir aber daran, allen Beteiligten der beiden Gruppen für ihren sehr aktiven Einsatz im vergangenen Jahr zu danken.

Peter Fitze

Jahresbericht 1995 der Arbeitsgruppe Lysimeter der BGS

Die AGr Lysimeter hat 1995 zwei Sitzungen abgehalten. Die Frühjahrssitzung am Freitag den 17. März an der wissenschaftlichen Tagung der BGS in Bern und die Wintersitzung am 1. Dezember an der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt in Zürich.

Folgende Themen wurden 1995 behandelt:

Publikation und Poster

Ein Beitrag der AGr-Lysimeter von L. Menzel und J. Nievergelt mit dem Titel "Niederschlag und Sickerwasser an fünf schweizerischen Lysimeteranlagen" wurde an der Posterausstellung der wissenschaftlichen Tagung der BGS vom 17. März 1995 gezeigt. Die Publikation zu diesem Thema ist im BGS-Bulletin Nr. 19 erschienen.

Zentrale Lysimeterdatensammlung

Die Datensammelstelle am GI der ETHZ, Abteilung Hydrologie (Prof. Dr. H. Lang) ist unter Leitung von L. Menzel ab 1.1.95 für die Datenaufnahme formell eröffnet worden. Die Daten von mehreren schweizerischen Lysimeteranlagen werden dort jährlich nachgeführt und ausgewertet.

Sickerwasseranalysen

Die AGr-Lysimeter führte 1994 einen Sickerwasseranalyse-Versuch durch. Die Analysen bezüglich umweltrelevanter und pflanzenphysiologisch bedeutender Ionen wurden 1995 an der FAP abgeschlossen. Eine Auswertung ist vorgesehen.

Exkursion

Anschliessend an die Wintersitzung vom 1. Dezember wurde die 95er Exkursion an der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt in Zürich durchgeführt. Wir besichtigten den Messgarten, den Wetterdienst und erhielten durch eine Tonbildschau einen Ueberblick über die vielseitigen Arbeiten und die Organisation der SMA-MeteoS Schweiz.

Administration

Zur Zeit nehmen 12 Mitglieder regelmässig an den Aktivitäten der AGr-Lysimeter teil.

Ausblick 96

Unsere nächste Sitzung findet am 4.10.96 an der Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft in Birmensdorf statt. Wir werden dort im Exkursionsteil die Grosslysimeteranlage des Institutes für terrestrische Oekologie der ETHZ besichtigen.

Zürich, den 6. März 1996

Jakob Brändli

BULLETIN BGS - HINWEISE FÜR AUTOREN

1. Allgemeines, Schriftgrösse, Papier

Alle Beiträge sind als **druckfertige Vorlagen** abzuliefern. Sie werden direkt ab diesen Vorlagen reproduziert und dabei **von A4 auf A5 verkleinert**. Bei der Wahl der Schriftgrösse ist auf diesen Umstand Rücksicht zu nehmen: **in der Vorlage sollten Grossbuchstaben nur ausnahmsweise kleiner als 2,5 mm, nie aber kleiner als 1,5 mm sein.**

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

2. Umfang der Arbeit

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

Texte zu Postern: Maximal 4 Seiten.

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

3. Satzspiegel, Schriftbild, Zeilenabstand

Satzspiegel, Seitenränder (Format A4): oben: 2,5 cm;
 unten: 2 cm;
 links und rechts: 2 cm.

Der innerhalb dieses Rahmens liegende Platz soll voll ausgenützt werden.

Zeilenabstand: 1.

Schrifttyp: PC: Courier IBM 12, Helvetica 12 oder ähnlich;
 Schreibmaschine: Letter Gothic 12 oder ähnlich.

Bitte Schrift nicht mit Raster unterlegen!

4. Tabellen

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

5. Abbildungen

Die Abbildungen (Figuren) sind dort, wo sie im Druck erscheinen sollten, in den Text zu integrieren.

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

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

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

Fotos: Nur in Ausnahmefällen und nach Rücksprache mit dem Redaktor.

Fortsetzung siehe 3. Umschlagseite

Hinweise für Autoren, Fortsetzung

6. Zusammenfassung

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

7. Literatur

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

Im Verzeichnis: alphabetisch aufführen

Beispiel:

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

8. Gestaltung der ersten Seite

siehe Abbildung

Titel der Arbeit (fett oder GROSSBUCHSTABEN, nicht unterstrichen)

AUTOR(EN)
Institut, Forschungsanstalt, Adresse

1. Kapitel (nicht unterstrichen)

1.1. Unterkapitel (nicht unterstrichen)

Textbeginn ...

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

