

BULLETIN

10

ASSEMBLEE ANNUELLE DE LA SSP
AU CENTRE HORTICOLE DE LULLIER (GE)
(7 mars 1986)

Exposés

Rapports d'activité

Présentations de livres

Avril 1986

BODENKUNDLICHE GESELLSCHAFT DER SCHWEIZ
SOCIÉTÉ SUISSE DE PÉDOLOGIE

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

Vorstand / Comité 1985 - 1987

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

Dokumentationsstelle / Service des documents:

P. Lüscher, EAFV, Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf, Tel. 01 739 23 72

Vorsitzende der Arbeitsgruppen / Présidents des groupes de travail:

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

BULLETIN B G S 10 (1986)

Inhalt

Vorträge an der Generalversammlung in Genf

- | | |
|---|----|
| M. GRATIER (Lausanne): Aptitude à la mise en valeur agricole des sols du canton de Genève | 5 |
| C. RENAUD-BEZOT et J.C. VEDY (Lausanne): Interactions organo-minérales entre un support acide et un compost de boue d'épuration - premiers résultats obtenus en microlysime | 11 |
| P. FITZE (Zürich): Die räumliche Variation von Bodeneigenschaften unter Wald am Gubrist bei Zürich | 25 |
| M. BIERI und J.M. BESSON (Zürich und Liebefeld): Der Einfluss unterschiedlich aufbereiteter Güllen auf die Regenwurmpopulation einer Kunstwiese | 31 |
| O. DANIEL (Zürich): Diurnale Effizienzwankungen beim Sammeln der Regenwurmart Lumbricus terrestris mit der Formaldehydmethod | 39 |
| G. GSPONER, H.W. SCHMITT und H. STICHER (Zürich): Einfluss der Schwermetall-Kompetition im Boden auf die Aufnahme durch die Pflanzen | 45 |
| H. HAENI und S. GUPTA (Liebefeld): Einfluss von antropogenem Kupfer auf Boden und Pflanze | 51 |
| E. ALTHER (St. Gallen): Fruchtfolgeflächen und deren Realisierung | 61 |

Jahresbericht / Rapport d'activité 1985/86 69

Information über die IBG/ISSS-Exkursion 1986 71

Berichte der Arbeitsgruppen

- | | |
|--------------------------------|----|
| Klassifikation und Nomenklatur | 72 |
| Lysimetres | 72 |
| Zoologie du Sol | 73 |
| Schutz des Bodens | 73 |
| Ausbildung und Information | 75 |
| Körnung und Gefüge | 75 |
| Boden-Pflanzen-Beziehungen | 76 |
| Organische Substanz | 77 |

Buchbesprechungen	78
10 Jahre Bulletin BGS - Wechsel der Schriftleitung	82
Inhaltsverzeichnisse Bulletin 1 - 9	83

Autorenverzeichnis

E.W. Alther	61
J.M. Besson	31
H. Bieri	73
M. Bieri	31
H. Bühl	78
O. Daniel	39
H. Fitze	25
H. Flühler	75
E. Frei	80
M. Gratier	5
R. Gsponer	45
S. Gupta	51
C. Gysi	77
H. Häni	51
P. Lüscher	71, 72
W. Matthey	73
Th. Mosimann	69
J.J. Oertli	76
C. Renaud-Bezot	11
J.P. Ryser	72
H.W. Schmitt	45
A. Siegenthaler	75
H. Sticher	45, 79, 82
J.C. Védý	11
U. Zobrist	51

APTITUDES A LA MISE EN VALEUR AGRICOLE DES SOLS DU CANTON DE GENEVE

M. GRATIER, EPFL, IGR-Pédologie, 1015 Lausanne

1) BUT DE L'ETUDE

La présente étude a été faite à la demande du département de l'agriculture de Genève durant l'année 1985. Elle comprend la cartographie au 1/125000^e de 13 secteurs de référence (soit environs 3000 ha) qui feront l'objet d'améliorations foncières et une carte générale des terres du canton au 1/50000 (environs 10000 ha) pour servir de base à l'aménagement du territoire. Des cartes des aptitudes générales à la mise en valeur agricole ont été dérivées des cartes des sols aux deux échelles après pondération des contraintes.

Pour expliciter le classement des aptitudes au 1/50000, plusieurs cartes thématiques ont été dérivées: 1) dynamique de l'eau dans les sols 2) réserve en eau et profondeur utile 3) textures de surface et aptitudes au travail du sol.

2) NATURE ET REPARTITION GENERALE DES SOLS

La moraine de fond compacte appelée "diot" par les agriculteurs et la moraine de retrait à faciès glacio-lacustre (limono argileuse) sont des sous-sols imperméables ayant donné naissance à des sols à pseudogley prononcé. On peut leur opposer les moraines irrégulièrement caillouteuses à faciès peu typique qui se comportent comme sous sol peu perméable supportant des sols bruns ou bruns lessivés peu hydromorphe en général mais pouvant être localement le siège de circulations latérales d'eau.

Les graviers fluvioglaciaires de la Champagne et alluviaux des terrasses du Rhône portent des sols bruns lessivés acides parfois rubéfiés. Les sols bruns calcaires parfois régosoliques occupent les endroits sujets à l'érosion (pentes et bosses).

Dans les cuvettes de la topographie morainique, on rencontre des sols bruns à gley et des gleys souvent calciques et localement des sols tourbeux.

Les plaines alluviales sont occupées par des sols alluviaux calcaires plus ou moins hydromorphes à gley drainé et localement aussi des sols tourbeux.

Sols à drainage normal	30%	(incluant 15% de sols séchards)
Sols faiblement hydromorphes	15%	
Sols à pseudogley moyen	25%	
Sols à pseudogley prononcé	15%	
Sols moyennement gleyifiés	10%	
Sols fortement gleyifiés	5%	
Sols tourbeux	moins de 1%	

3) APPRECIATION DES CONTRAINTES

Profondeur utile:

Dans le climat du bassin lémanique pour l'ensemble des grandes cultures la profondeur suffisante est d'environ 70 cm en sol peu caillouteux. Elle est atteinte par la majorité des sols à l'exception des bruns calcaires régosoliques et des sols à la fois les plus hydromorphes et les plus compacts.

Hydromorphie: une difficulté d'interprétation!

A la différence des sols à pseudogley, dans les sols à gley drainé, les signes d'hydromorphie que l'on peut observer ne sont pas absolument représentatifs du degré d'hydromorphie actuel et ne peuvent être utilisés de façon systématique comme seul critère d'appréciation d'une contrainte.

Beaucoup de ces sols développés dans des alluvions ou colluvions à texture fine conservent un défaut de perméabilité après drainage mais il peut être en partie compensé par une structure bien développée.

La profondeur utile est donc difficile à définir dans ces sols où la contrainte au développement racinaire peut être, dans certains cas, plus forte dans l'horizon de surface que dans la tranche moyenne ou profonde dès que la nappe a été rabattue suffisamment.

Capacité de stockage en eau:

Elle est insuffisante dans les sols limono sableux très caillouteux de la Champagne qui sur une épaisseur de 70 - 90 cm contiennent plus de 30 à 50% de graviers et galets et aussi dans les sols bruns calcaires superficiels souvent caillouteux sur moraine.

Capacité nutritive:

Ont été considérés comme sols à capacité nutritive un peu faible ceux dont la texture est à tendance légère (proche du sable limoneux) il s'agit encore des sols sur dépôts fluvioglaciaires et une partie minoritaire des sols alluviaux.

Travail du sol:

Les terres à texture silteuse et limono argileuse souvent désignées par les agriculteurs comme "terre gommeuse" sont sensibles au tassement par les machines et présentent un ressuyage lent nécessitant de préférence un labour d'automne qui leur laisse le temps de s'effriter. Elles se rencontrent dans les dépressions et sur les alluvions fines ainsi que sur la moraine de retrait à faciès glaciolacustre et elles représentent 15% des terres.

Les terres difficiles à travailler pour raison de pente dépassant 15% d'inclinaison représentent 8% des sols agricoles. elles sont en majorité occupées par des vignes ou des prairies permanentes.

Les sols bruns lessivés à pseudogley prononcé présentent parfois un horizon de surface sensible à la destruction (battance) avec un pH acide.

La gêne occasionnée par les cailloux en surface varie de place en place sur les sols issus de moraines: étant en général plus marquée dans les sols peu hydromorphes, elle est forte sur les dépôts fluvioglaciaires et les terrasses d'alluvions du Rhône.

Excès de calcaire:

Il s'agit d'une contrainte d'importance secondaire puisqu'elle n'empêche pas le développement de la majorité des cultures. Les sols plus ou moins calcaires occupent environs 25% des terres agricoles. Ce sont surtout des sols alluviaux-colluviaux et des sols en pente modérée à forte.

LES CLASSES D'APTITUDES GENERALES

Les sols ont été rangés en trois classes d'aptitudes comme suit:

CLASSE I

Sols à contraintes modérées

-Sols profonds non ou peu hydromorphes pouvant présenter quelques inconvénients n'affectant pas beaucoup la diversification de la mise en valeur tel que présence de calcaire actif en quantité modérée de cailloux en profondeur, texture un peu déséquilibrée (pas assez d'argile, trop de limon).

-Sols profonds présentant une contrainte partielle due à l'hydromorphie dès une profondeur moyenne ou, pour un caractère d'hydromorphie moins marqué d'autres inconvénients tels que pierrosité, compacité

CLASSE II

Sols à contraintes moyennes

-Sols non ou peu hydromorphes à enracinement limité par la présence d'un substrat à profondeur moyenne parfois encore caillouteux

-Sols assez profonds fortement caillouteux

-Sols à hydromorphie de caractère prononcé (se renforçant avec la profondeur pouvant s'accompagner de compacité et d'une texture plus lourde

-Sols anciennement hydromorphes assainis, profonds à ressuyage lent et texture fine dès la surface

CLASSE IIISol à contraintes assez fortes

-Sols à profondeur insuffisante à cause d'un substrat faisant obstacle à l'enracinement s'accompagnant souvent d'une quantité assez importante de cailloux ou encore à caractère hydromorphe dû à la nature compacte du substrat

-Sols à caractère hydromorphe marqué encore renforcé par une perméabilité faible de l'horizon de surface à cause d'une texture déséquilibrée (trop fine)

Influence de la pente sur le classement

Les unités dont la pente dépasse en bonne partie 15% ont été rangées en classe III.

Sols à contraintes assez fortes, parfois fortes	11%
Sols à contraintes moyennes, parfois assez fortes	41%
Sols à contraintes modérées	48%

BIBLIOGRAPHIE

E. Frei et coll. 1980

Cartes des aptitudes des sols de la Suisse

feuille Genève au 1/50'000

ed. office fédérale de l'aménagement du territoire

R. HAEBERLI 1968. Levé cartographique agricole des stations végétales de la Côte, cahier no 6 du service de l'aménagement du territoire, Lausanne

INTERACTIONS COMPOST-SUPPORTS MINÉRAUX EN SYSTEMES
LYSIMÉTRIQUES: 1.- VARIATIONS SAISONNIÈRES DE LA COMPOSITION
CHIMIQUE DES EAUX GRAVITAIRES AU COURS DES 5 PREMIERS MOIS
DE DRAINAGE

Christiane Renaud-Bezot, J-C Védy, EPFL. IGR-Pédologie,
1015 Lausanne

La revégétalisation des terres représente un problème majeur au plan de la conservation quantitative des sols.

Cette revégétalisation implique la reconstitution d'un horizon humifère, organo-minéral, dont les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques soient compatibles avec la vie végétale, la pédogenèse et les régimes du sol, la protection de l'environnement.

L'utilisation de composts "boues d'épuration-matériaux ligneux" peut être évoquée dans la revégétalisation à la condition, toutefois, que cette pratique soit efficace à court terme (moins de 5 ans) et qu'elle ne dégrade pas l'état sanitaire de l'écosystème sol-végétation et des aquifères.

Cet article présente les premiers résultats d'une expérience de reconstitution organo-minérale dans des systèmes lysimétriques à profil de type AC mettant en jeu des composts "boues d'épuration- sciures" et des matériaux minéraux non carbonatés.

1.- MATERIEL ET METHODES

L'expérience est de type lysimétrique. On reconstitue dans des cylindres en polyéthylène de 50 litres des profils de type AC. L'horizon A est un mélange de compost et de support minéral dans un rapport pondéral 1/3-2/3 (ms): il surmonte l'horizon C de nature purement minérale. Le schéma 1 présente les caractéristiques principales du dispositif.

1.1.- compost et supports minéraux

Le compost a été fabriqué à la station de digestion anaérobie et d'incinération des boues d'épuration de Roche (VD). Il est composé de boues originaires de la station d'épuration des eaux de Vevey (VD) digérées en anaérobiose et de sciure de bois. Après 9 mois de compostage en tas, le compost présente les caractéristiques analytiques principales suivantes:

pH(eau) proche de la neutralité, 33 % de carbone organique, rapport C/N de 21, CEC (au pH du compost) de 78 meq/100g et taux de saturation de 100% (prédominance de l'ion Ca): les teneurs en Cu, Cd, Zn sont, respectivement, de 520, 17 et 530 ppm; les concentrations en Fe_{tot} sont élevées suite aux techniques mises en oeuvre pour la floculation des boues.

Deux supports minéraux sont comparés: [1] une arène granitique provenant du massif de la Frauenkopf près de Munster (F) (granite d'Hohrodberg). [2] une arénite quartzo-feldspathique provenant de la dépression permienne de Saint-Dié: granite et grès seront, dans ce qui suit, désignés respectivement par les lettres r et g.

On retient principalement des caractéristiques analytiques: [1] un ApH de 1,2 unités entre les deux matériaux (6,9 pour g, 5,7 pour r). [2] une granulométrie où prédominent les sables grossiers, les argiles étant 2 fois plus abondantes dans le grès (19 %) que dans le granite (9 %). [3] l'absence de carbonates, des teneurs très faibles en carbone organique et en azote total, [4] une CEC de 6,2 meq/100g pour g, de 7,1 meq/100g pour r, avec prédominance, dans les deux cas, de l'ion Ca²⁺ (100 S/T = sat. au pH du sol). [5] des quantités non négligeables de fer extractible par le réactif de Mehra Jackson (7,4 % dans g, 6,2 % dans r).

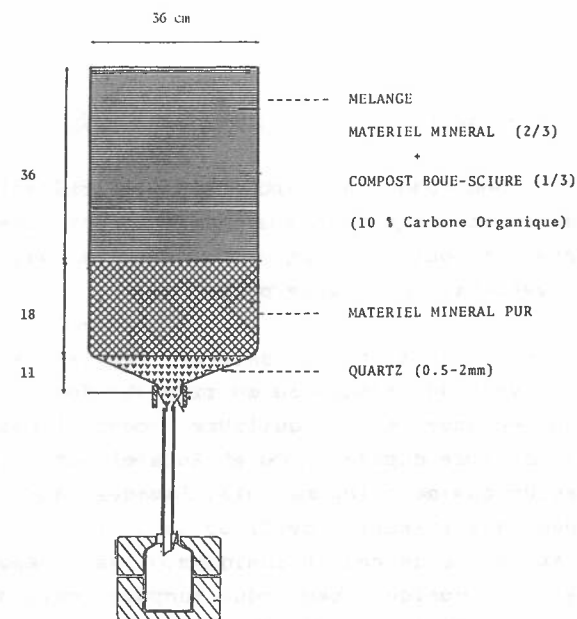


Figure 1 : Vue en coupe d'un lysimètre.

Tableau 1 : Caractéristiques analytiques des composts dopés.

	CATIONS ECHANGEABLES [méq/100g]						MATIERE ORGANIQUE		
	Ca	Mg	K	Na	acid.	T	C [%]	N [%]	C/N
Comp. Cu	16.1	0.87	0.54	1.37	1.39	23	31.7	1.40	22
Comp. Zn	23.3	0.81	0.59	0.76	5.12	39.4	31.8	1.44	23

	Eléments totaux											pH	pH
	K	Ca	Mg	Fe	Al	Na	Si	Mn	Cd	Cu	Zn		
	mg/g											H ₂ O	KCl
Comp. Cu	2.3	17.3	2.5	76	8.9	1.1	31	0.13	0.017	11.8	0.77	5.80	5.45
Comp. Zn	2.3	18.7	2.4	77	9.3	0.8	31	0.13	0.014	0.52	18.3	6.30	6.0
Comp. Cd	2.2	23.5	2.4	82	7.8	0.8	27	0.15	4.15	0.52	0.99	/	/

Remarque : les éléments-traces sont extraits à l'eau régale, les autres par fusion totale au métaborate de strontium.

1.2.- protocole expérimental

L'expérimentation comprend 4 situations différentes: compost/g, compost/r, compost dopé/g, compost dopé/r; chaque situation comporte, en outre, deux alternatives: sol nu d'une part, sol revégétalisé d'autre part.

Le dopage du compost consiste à saturer les sites de sorption par du cuivre, du cadmium ou du zinc. Le dopage en Cd procède d'un échange à l'équilibre compost-résine cationique forte Cd^{2+} ; le dopage en Cu et Zn s'effectue par percolation de solutions de chlorure puis lavages à l'eau déminéralisée jusqu'à élimination de Cl^- .

Suite à la mise en oeuvre de ces techniques, les composts monodopés diffèrent, quelque peu, du compost originel: pertes en substances organiques hydrosolubles et en cations basiques majeurs notamment (cf. tableau 1).

En Juin 1985, des espèces herbacées (*Trifolium pratense*, *Lolium italicum*) ont été repiquées sur la moitié des colonnes de percolation: chaque colonne comportait ainsi 6 pieds de Trèfle violet et 6 pieds de Ray-grass italien.

Chaque situation a été répétée 4 fois.

Les lysimètres sont soumis à des flux discontinus d'eau déminéralisée sur la base d'une pluviométrie annuelle de 1'200 mm, hauteur habituellement mesurée dans la région lémanique.

Le protocole prévoit l'alternance de phases d'arrosage en q.s. pour permettre le drainage libre et de phases de dessiccation prolongée, variations pédoclimatiques favorisant les processus de biodégradation et d'humification des matières organiques.

1.3.- méthodes analytiques

Les percolats sont récoltés après 24 heures de drainage. Ils sont filtrés à 0.45µm: leur volume est estimé à partir d'une mesure de masse effectuée par pesée. Les percolats obtenus sur 7 jours consécutifs sont alors regroupés avant d'être soumis à analyse.

Les méthodes analytiques sont les suivantes:

pH (eau, KCl) par détermination potentiométrique; carbone organique des percolats par oxydation photochimique (ASTRO); azote total par minéralisation Kjeldhal, les formes minérales de l'azote (NH_3 , NO_3) étant dosées par colorimétrie (autoanalyseur Technicon); métaux lourds: Zn et Cu par spectrométrie d'émission plasma DCP, (Beckmann), Cd par spectrométrie d'absorption atomique sans flamme (Perkin-Elmer); complexe absorbant au pH du sol par échange KCl: formes du fer par les réactifs de Tamm (Schwertmann, 1964) et de MEHRA JACKSON (1960).

2.- RESULTATS

2.1.- les systèmes non dopés

L'évolution saisonnière des pH est monotone, les valeurs tendant à s'accroître au cours de la percolation; les systèmes végétalisés fonctionnent de manière similaire aux systèmes nus. Il est important de noter que les eaux de drainage sous r sont nettement plus acides que celles sous g: le ΔpH moyen est de l'ordre de 2 unités; il ne se modifie pas au cours des percolations successives.

Les concentrations en carbone organique (fig. 2.a) des eaux gravitaires sont fortes, supérieures à 120 mg/l. De telles concentrations se maintiennent jusqu'aux 8-9ième prélèvements puis décroissent par la suite. L'évolution saisonnière des systèmes γ et γ est similaire, les concentrations demeurant toujours un peu plus forte dans les eaux gravitaires sous γ . En fin d'expérience, les concentrations en C.organique dans les percolats sous systèmes végétalisés sont moins élevées que sous sol nu.

Les concentrations en azote total (fig. 2.b) des solutions en début d'expérience très fortes puisque dépassant 400 mg/l, chutent rapidement pour se stabiliser, dès la 8ième percolation, à des valeurs de l'ordre de 30 mg/l environ. Tous les systèmes évoluent de manière comparable, les systèmes végétalisés semblant un peu moins lixiviant que les sols nus.

L'azote des eaux gravitaires est, presque exclusivement, sous forme nitrique. Le rapport $[N_{\min}/N_{\text{tot.}}] \times 100$ (fig. 2.c) montre que la baisse des concentrations est étroitement liée à la baisse des teneurs en N.nitrique. Il faut toutefois noter que les systèmes végétalisés favorisent l'entraînement d'une certaine quantité d'azote sous forme organique.

L'évolution comparée des métaux lourds dans les systèmes γ et γ met en évidence le rôle du matériau minéral dans les processus d'entraînement du cuivre, du zinc et du cadmium au cours des phases initiales d'interactions organo-minérales. Le grès limite remarquablement les pertes par drainage en Cu, Zn et Cd, (fig. 2.d, 3.a, 3.b) les concentrations restant dans les ordres de grandeur mentionnées, par ailleurs, pour des systèmes sol-végétation à faible niveau de pollution. Le granite, par contre, s'avère être un "système épurateur" beaucoup moins efficace: à

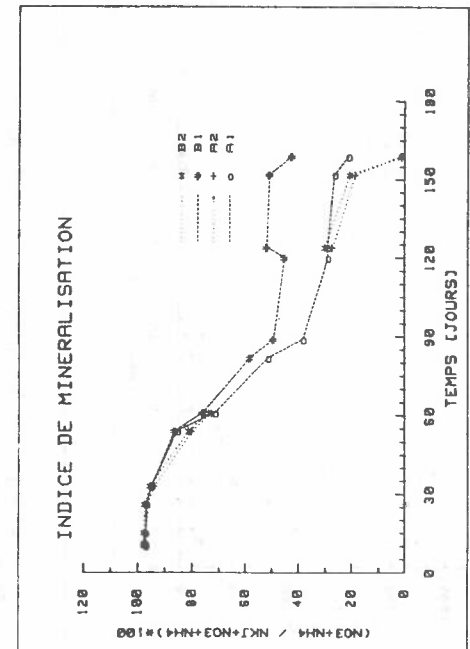
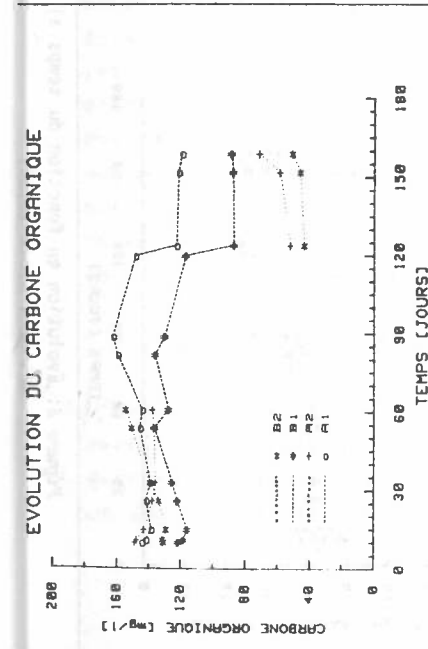
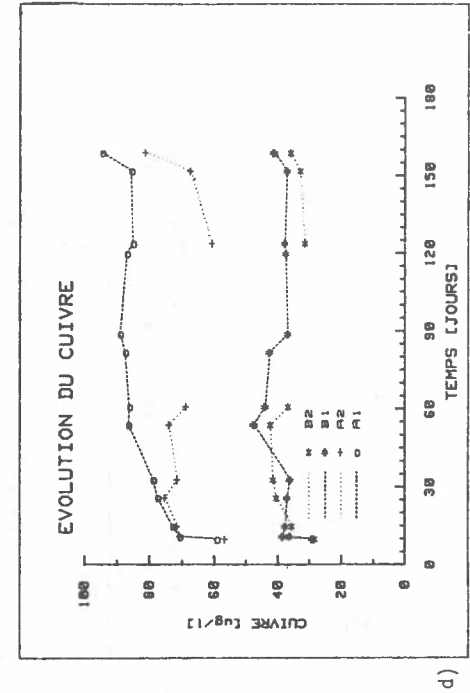
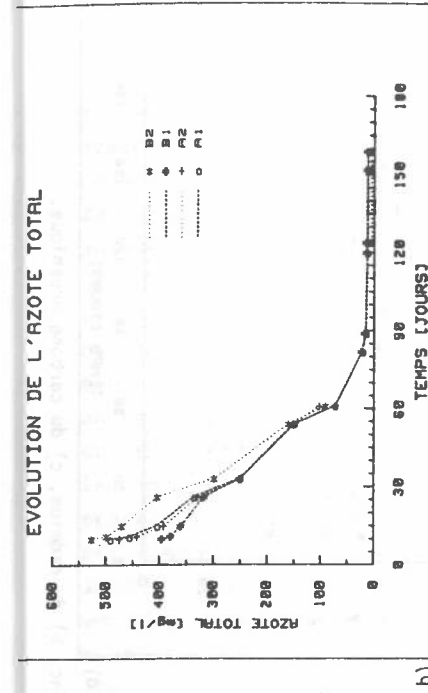
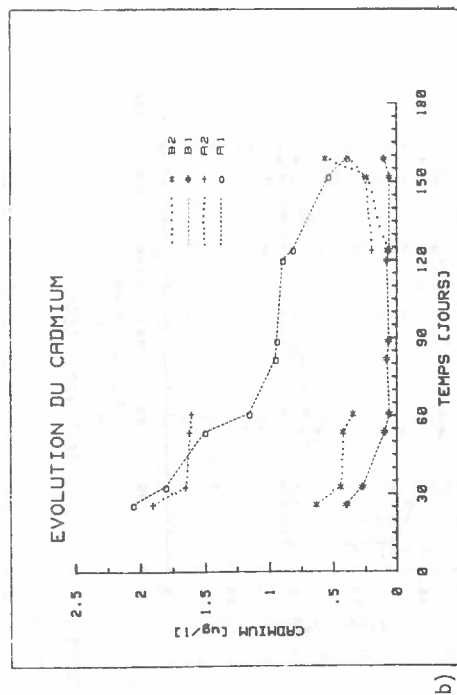
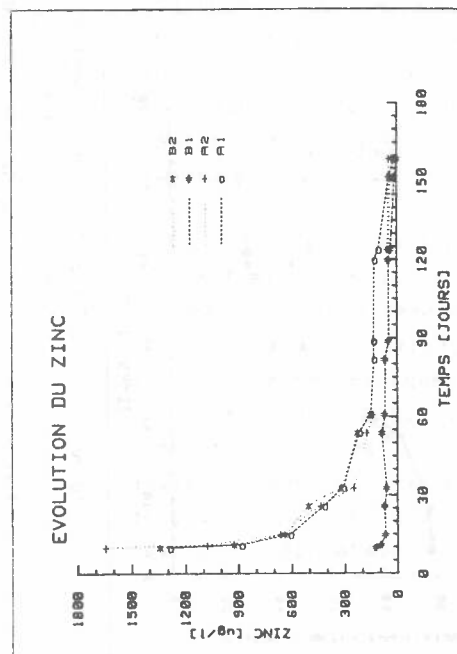
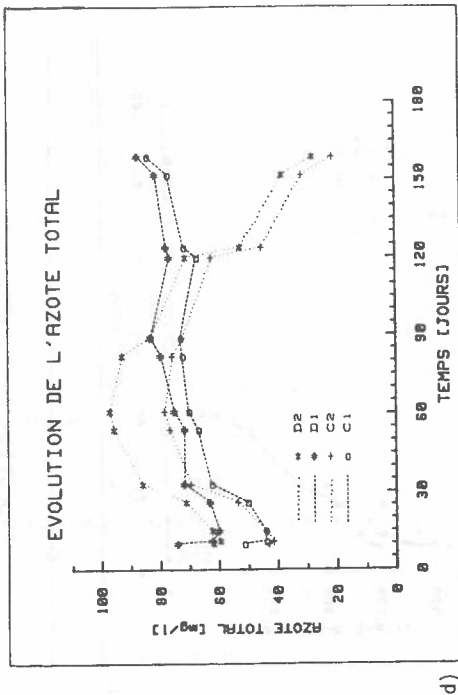
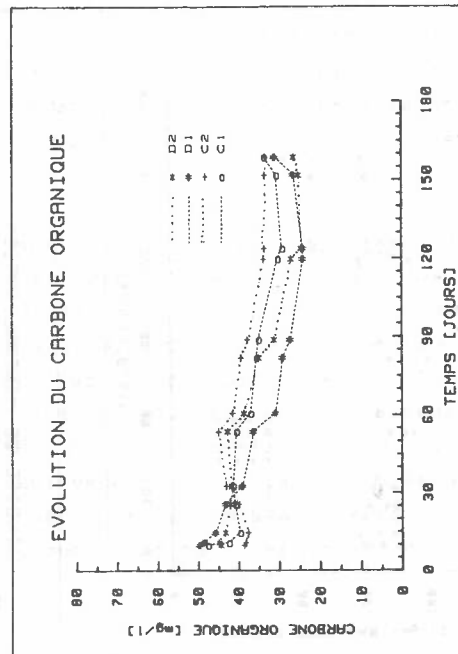


Figure 2 : Evolution en fonction du temps a) du carbone organique, b) de l'azote total, c) de l'indice de minéralisation, d) du cuivre.

Légende : A1. γ non dopé nu, A2. γ non dopé végétalisé, B1. γ non dopé nu, B2. γ non dopé végétalisé.



b)



d)

Figure 3: Evolution en fonction du temps a) du zinc, b) du cadmium, c) du carbone organique,

concentrations de départ égales, les eaux gravitaires des systèmes γ contiennent toujours beaucoup plus de Cu, Zn et Cd que les systèmes comparables g.

Les systèmes γ présentent l'avantage, sur les systèmes g, de mettre en évidence le comportement spécifique des métaux lourds en milieu acide. Le Zn est très mobile, sa lixiviation est très rapide et les concentrations reviennent rapidement à un niveau de base inférieure à 200 mg/l. La mobilité de Cd est également importante, mais, en apparence, un peu moins grande que celle de Zn. Quant à la mobilité de Cu, elle est faible: l'accroissement des concentrations avec le temps signalant l'existence de "processus retard", processus de sorption réduisant la vitesse d'entraînement de cet élément, même en milieu acide.

L'effet végétation est très variable suivant l'élément pris en compte et la nature du matériau minéral. En ce qui concerne le cuivre, la végétation semble freiner la lixiviation de cet élément, l'effet étant particulièrement marqué dans les systèmes γ . La présence d'une couverture végétale apparaît, à l'inverse, être sans effet sur la dynamique d'entraînement par les eaux gravitaires de Zn (une interprétation prudente doit être faite de la courbe g/système végétalisé dont le tracé peut être, à preuve du contraire, considéré comme paradoxal). L'effet plante est moins évident en ce qui concerne Cd: effet stimulant ou effet ralentisseur de l'entraînement en solution, les résultats sont encore trop fragmentaires pour pouvoir être considérés comme définitifs.

2.2.- les systèmes dopés

L'évolution saisonnière du pH est encore plus monotone que dans les systèmes non dopés: le Δ pH γ -g subsiste: les eaux gravitaires des systèmes végétalisés étant systématiquement un peu plus acides.

Compte tenu des techniques de dopage, les teneurs en carbone organique des percolats des systèmes dopés sont moins élevées que celles mesurées dans les systèmes non dopés (fig. 3.c). La tendance montre une évolution à la baisse des concentrations. L'écart γ -g est respecté, de même que l'écart entre les systèmes végétalisés et les autres.

L'évolution de l'azote total met en évidence le rôle des métaux lourds dans la dynamique interne de l'azote. Si, au même titre que pour le carbone organique, on doit évoquer les techniques de dopage pour expliquer les différences de concentrations entre ces systèmes dopés et les autres, il faut noter [a] la similitude d'évolution saisonnière entre les systèmes nus, d'une part, les systèmes végétalisés, d'autre part, augmentation des concentrations dans le premier cas, décroissance dans le second, [2] l'opposition des systèmes γ -g, les concentrations étant toujours plus faibles sous granite que sous grès, [3] l'absence absolue de N. organique dans les eaux gravitaires comme le montrent les courbes du rapport $[N.min./N.tot.] \times 100$ (fig. 4.a).

Le très grand pouvoir épurateur du grès vis à vis de l'entraînement des métaux par drainage se manifeste encore de manière évidente même dans les systèmes à très forte pollution. Quant à la dynamique spécifique des métaux lourds, elle est, comme dans le cas des systèmes non dopés, largement traduite dans les milieux γ : Zn et Cd sont les deux éléments les plus mobiles, l'entraînement de Cu étant différé jusqu'à la 10ième percolation (fig. 4.b, c, d), période au delà de laquelle on note l'arrivée du flux pollutif principal. L'effet végétation est nul dans les systèmes g: dans les systèmes γ , par contre, il se traduit par un accroissement des pertes par drainage, tendance quelque peu inversée à celle observée pour les systèmes non dopés, à propos du cuivre notamment.

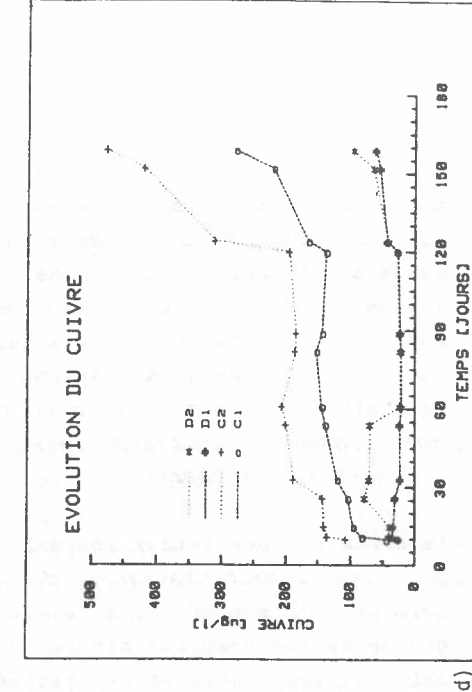
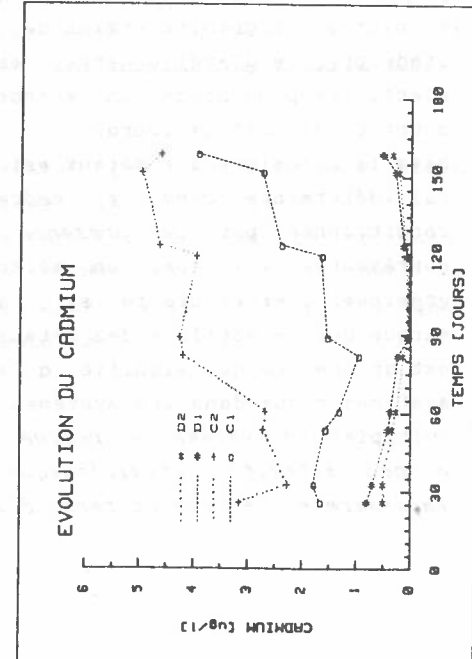
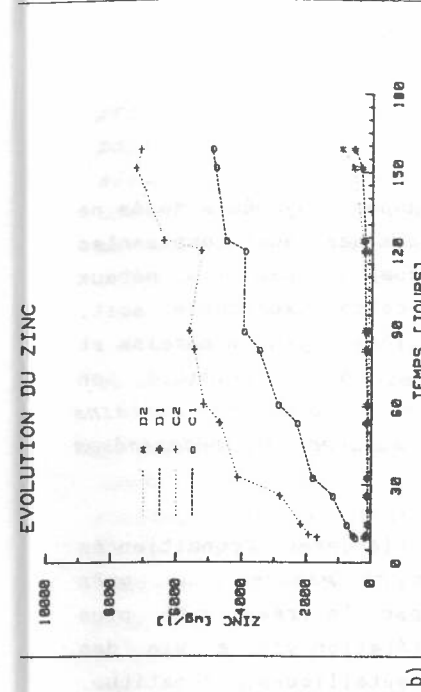
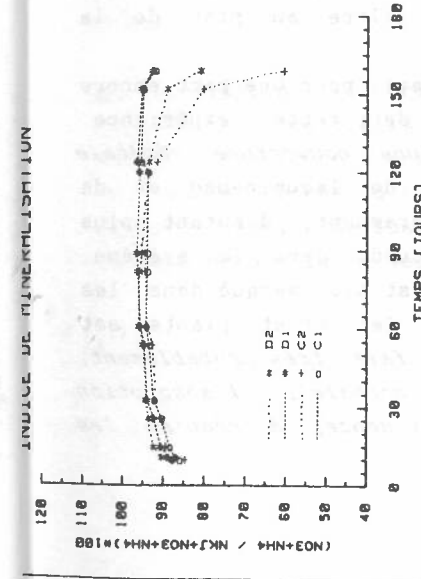


Figure 4 : Evolution en fonction du temps a) de l'indice de minéralisation, b) du zinc, c) du cadmium, d) du cuivre.

Légende : voir figure 3

3.- DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Bien que l'expérience systèmes non dopés - systèmes dopés ne soit pas rigoureusement homologue dans ses deux composantes suite aux techniques de dopage du compost par les métaux lourds mises en oeuvre, bien que cette expérience soit, aussi, à un stade initial d'interactions organo-minérales et que l'aspect "revégétalisation" soit encore primitif, on constate toutefois *une divergence profonde de certains fonctionnements initiaux laissant augurer des pédogenèses opposées à moyen terme.*

La dynamique des métaux lourds est largement conditionnée par *les caractéristiques du support minéral*. Le grès permien, par son pH plus élevé, par la réactivité plus grande de son complexe minéral d'altération vis à vis des matières organiques et des cations métalliques, constitue, dès le départ, un remarquable filtre limitant l'entraînement profond des métaux lourds par les eaux de drainage. A l'inverse, le granito-gneiss de Gunsbach, du moins à ce stade précoce d'argilo-genèse, est, par le fait aussi d'une réactivité plus acide un moindre filtre au plan de la sorption des métaux lourds.

Mais la dynamique des métaux est aussi, pour une part encore mal déterminée dans le cadre de cette expérience, conditionnée par *la présence d'une couverture végétale* représentée, ici, par un mélange de légumineuse et de graminée. L'effet plante est, apparemment, d'autant plus marqué que la mobilité des métaux lourds, dans le système, est grande, ce qui signifie, qu'il est plus marqué dans les systèmes *r* que dans les systèmes *g*. Cet effet plante est multiple: *en système peu pollué, du fait, très probablement, d'une activité physiologique "normale", l'absorption racinaire est active et tend, à l'évidence, à réduire les*

*processus d'entraînement par drainage; en système très pollué, à l'inverse, le développement des repiquages est aléatoire et tend, comme on l'a mentionné plus haut, vers une élimination de l'espèce la plus fragile à une pollution métallique, à savoir, la légumineuse; en conséquence, l'absorption racinaire est faible et la présence d'une couverture végétale se traduit, au contraire du cas précédent, par un entraînement accru des métaux lourds, cas de figure particulièrement marqué dans les systèmes *r*.*

La présence de métaux lourds perturbe aussi, largement, *le cycle interne de l'azote*. En première approximation on peut envisager une perturbation à un double niveau: [1] réduction de la minéralisation et de la nitrification mais aussi [2] blocage partiel de la réorganisation: les eaux de drainage sous les systèmes fortement pollués contiennent plus de nitrates que les percolats sous systèmes non dopés. Ce dernier résultat confirme d'autres travaux réalisés au sein de l'IGR/pédologie et notamment ceux de DELLIS (1985) qui a montré, en système d'incubation *in vitro*, une accumulation de nitrates dans les systèmes *g*-compost dopé en Cu, Zn et Cd, phénomène ne se réalisant pas dans les systèmes non dopés.

En conclusion, les résultats présentés doivent être considérés comme préliminaires. Ils apparaissent toutefois essentiels au plan pratique dans les techniques impliquant du compost boues d'épuration-déchets ligneux pour la revégétalisation de supports minéraux acides d'origine ignée ou neutres d'origine sédimentaire.

Bibliographie

DELLIS. T. 1985:

Biotoxicité et distribution du cuivre, Zinc et Cadmium incorporés à un compost en contact avec deux substrats minéraux. Approche expérimentale en incubation aérobie. Mémoire de 3ème cycle en Protection de l'Environnement, Protection des Sols, IGE/IGR Pédologie, E.P.F.L., 70 p.

MEHRA, O.P., JACKSON, M.L., 1960:

Clays Clay Min Z, 317-327.

SCHWERTMANN, U., 1964:

Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde 105, 194-202.

DIE RAEUMLICHE VARIATION VON BODENEIGENSCHAFTEN UNTER WALD AM GUBRIST BEI ZUERICH

PETER FITZE

Geograph. Institut der Universität, Winterthurerstr. 190, 8057 Zürich

1. ALLGEMEINE SITUATION

Beim Gubrist handelt es sich um einen 600 Meter hohen Molassehügel, der als Teil eines ganzen Hügelzuges das Limmattal vom nördlich gelegenen Furttal abtrennt. Das an den Hängen häufig sichtbare Molassematerial (Mergel und Sandsteine) ist grösstenteils von Schotter und Moräne überdeckt, auf der Kuppe gemäss einem Bohrprotokoll mit einer Mächtigkeit von beinahe 60 Metern. Unsere Untersuchungen am Gubrist beinhalten zwei Hauptziele:

- Detaillierte Erfassung der Böden mit der Absicht, längerfristig allfällige Veränderungen festzustellen.
- Abklärungen zum Einfluss des Abluftbauwerks der N 20, das mitten auf dem Gubrist ausmündet, im Hinblick auf mögliche Depositionsveränderungen.

Das zweite Ziel ist für diesen Artikel gegenstandslos, für die Erreichung des ersteren wurde wie folgt vorgegangen:

Ueber den ganzen bewaldeten Teil des Gubrists wurde ein Hektarraster gelegt (Fig. 1) und im März 1985 an jedem Schnittpunkt Bodenproben entnommen, jeweils ein 50 cm mächtiger Bohrkern sowie eine zusätzliche Probe von den obersten 8 cm des Oberbodens (ohne Streu). Um Stammabflusseffekte auszuschalten, wurden - soweit möglich - die Proben abwechselungsweise in einer Entfernung von 1,5 bzw. 3 Meter vom nächsten Baum entnommen. Insgesamt beläuft sich die Zahl auf 167 Probenentnahmestellen, womit wir eine ausgezeichnete Voraussetzung für kleinräumige Vergleiche innerhalb eines ziemlich homogenen Gebietes gewonnen haben. Die Bohrkern wurden für spätere Vergleichsuntersuchungen tiefgefroren, alle Analysenresultate in dieser Arbeit beziehen sich also nur auf die Oberbodenproben. Bei den in Fig. 1 eingezeichneten Symbolen "U" handelt es sich um Niederschlagssammler, die unter dem Aspekt des zweiten Hauptziels aufgestellt wurden.

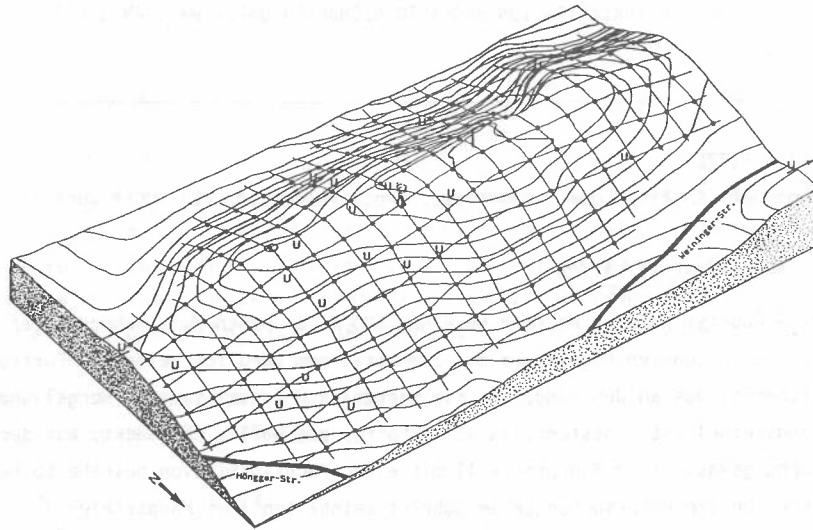


Fig. 1 Blockdiagramm vom Gubrist mit dem eingetragenen Hektarraster

2. RAEUMLICHE VERTEILUNG AUSGEWAHLTER BODENEIGENSCHAFTEN

Als erstes wurden pH-Bestimmungen durchgeführt, und zwar an den getrockneten Proben. Eigene Testuntersuchungen ergaben keine signifikanten Unterschiede zwischen den im trockenen und feuchten Zustand ermittelten Werten. Gemäss unseren Ergebnissen liegen rund 50 % aller Werte zwischen pH 3 und 4,5. Ein weiteres Viertel bewegt sich zwischen 4,5 und 6, das restliche Viertel der Proben liegt erstaunlicherweise im Neutralbereich (pH 6 bis 7,5), zum Teil ist der Oberboden sogar karbonathaltig.

Das Verteilungsmuster dieser pH-Werte (Fig. 2) ergibt ein recht klares Bild, nach welchem die Böden mit pH-Werten über 5 in erster Linie in den Hangpartien anzutreffen sind. Eine Ausnahme macht allerdings der nordwestliche Teil des Gubrists, hier sind die Böden auch an den Hängen durchwegs versauert. Diese Tatsache macht die Interpretation etwas schwierig, könnte man sich doch sonst die Hangerosion als Ursache für die erhöhten pH-Werte sehr gut vorstellen, denn an vielen Stellen im Gelände kommt sogar die darunter befindliche Molasse wieder an die Oberfläche, vor allem am Südhang.

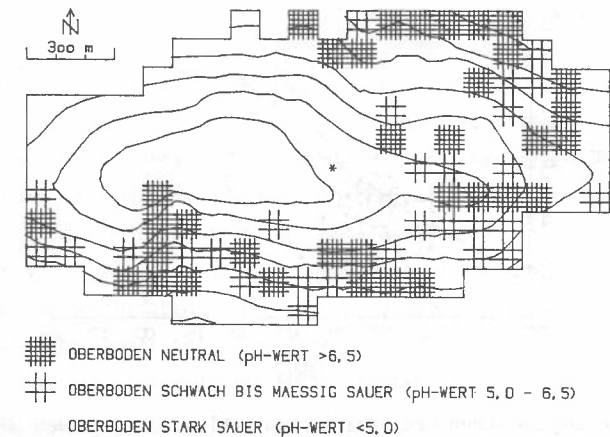


Fig. 2 Verteilung der pH-Werte (CaCl₂) auf dem Gubrist

Die starke Variation der pH-Werte auch auf kleinstem Raum (GATTI, 1986) erlaubt sicher keine detaillierteren Aussagen und wird auch für zukünftige Vergleichsuntersuchungen ein grosses Hindernis darstellen.

Die Bestimmungen des organischen Kohlenstoffs ergaben einen Mittelwert von 3,85 %. Auch hier ist eine ähnliche Verteilung wie bei den pH-Werten festzustellen, wenn auch nicht so eindeutig. Aus Fig. 3 geht ein gewisser Zusammenhang zwischen diesen beiden Parametern hervor, indem Proben mit einem erhöhten pH-Wert auch einen höheren C-Gehalt aufweisen. 80 % aller Proben mit einem Gehalt von mehr als 4% C finden wir an den in Fig. 2 mit Signaturen bezeichneten Stellen. Falls ein Kausalzusammenhang zwischen diesen beiden Grössen besteht, erhebt sich die Frage nach Ursache und Wirkung, die schwierig zu entscheiden ist. Wahrscheinlich führt ein erhöhtes Angebot an basischen Nährstoffen in den Hangbereichen zu verstärkter Vegetationsleistung und damit auch zu erhöhter Humusproduktion, was sich wiederum auf ein erhöhtes Nährstoffangebot über den Weg der Mineralisation auswirken müsste. Zu diesem Problem sind weitere Abklärungen, vor allem auch profilumfassende, im Gang.

Weitere Untersuchungen wurden bis heute an einem Viertel aller Proben (43) im HNO₃-Aufschluss vorgenommen. Mit dieser geringen Probenzahl erhalten wir

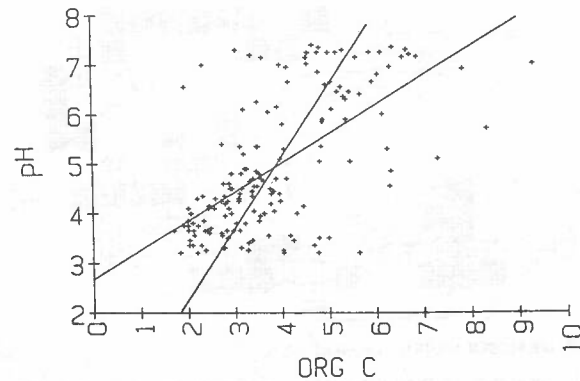


Fig. 3 Beziehung zwischen dem organischen Kohlenstoff und dem pH-Wert. Zusätzlich eingetragen sind die beiden Regressionsgeraden.

zwar noch kein richtiges Bild vom Verteilungsmuster der darin bestimmten Elemente (Ca, Mg, Fe, Al, Pb, Zn, Cu, Mn), doch lassen sich bereits einige Beziehungen herauslesen.

So zeigen beispielsweise in karbonatfreien Proben die Erdalkalimetalle (Ca und Mg) als Summe einen eindeutigen Zusammenhang mit dem pH-Wert, man kann praktisch den einen Wert zur Bestimmung des andern verwenden.

Ein weiterer Zusammenhang ist in Fig. 4 dargestellt: Sowohl Zn als auch Pb zeigen einen guten Zusammenhang mit dem org. C-Gehalt.

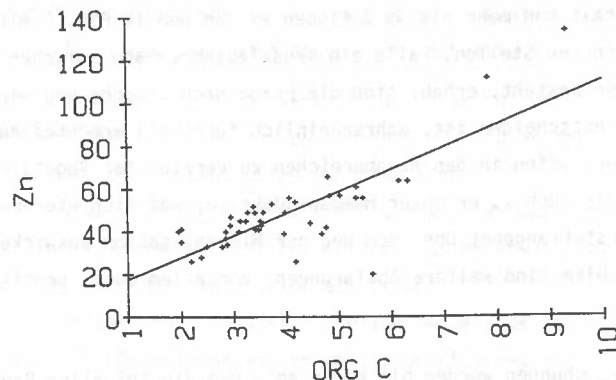


Fig. 4 Beziehung zwischen dem org. C (in %) und Zn (HNO₃, ppm)

Die einfachste Interpretation, wonach die Schwermetalle Pb und Zn vorwiegend an Humusstoffe gebunden sind, ist keine zwingende Folgerung, da ja der Humusgehalt auch vom pH-Wert beeinflusst wird. Damit könnte es sich bei dieser Beziehung auch indirekt um eine Beziehung Schwermetall - pH-Wert, bzw. um eine komplexe Beziehung zwischen den drei Parametern handeln. Damit käme aber auch das Problem der Löslichkeit der Schwermetalle ins Blickfeld. Dass die so unterschiedlichen "Totalgehalte" an Zn nur mit dem (wahrscheinlich überall vergleichbaren) Grundgehalt und einem zusätzlichen Depositionseintrag beschrieben werden können, ohne den Austrag in tiefere Bodenhorizonte oder sogar ins Grundwasser zu berücksichtigen, scheint mir aufgrund bisheriger Erfahrungen nicht statthaft zu sein.

Dass wir bei den Schwermetallen tatsächlich in unseren Böden mit Lösungs- und damit auch mit Verlagerungsphänomenen rechnen müssen, geht aus Fig. 5 hervor und sollte uns eigentlich unter Berücksichtigung der teilweise extremen Bodenversauerung auch nicht erstaunen.

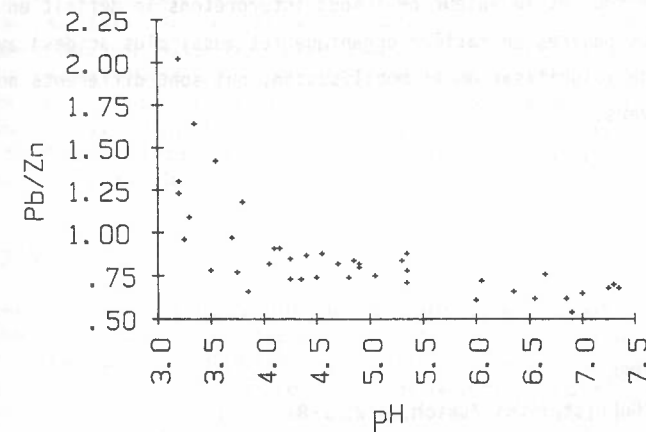


Fig. 5 Beziehung zwischen dem pH-Wert und dem Pb/Zn-Verhältnis

Wir deuten das etwa gleichbleibende Verhältnis oberhalb pH 4 als ähnliches Verhalten der beiden Elemente in Bezug auf ihre Löslichkeit. Unterhalb dieses pH-Wertes steigt das Verhältnis aber steil an, was wir mit einer stark erhöhten Löslichkeit von Zn gegenüber Pb erklären.

3. AUSBLICK

Mit weiteren Analysen und Bodenaufnahmen werden wir versuchen, das Bild des Verteilungsmusters verschiedener Bodeneigenschaften und ihrer Beziehung zueinander zu vervollständigen, damit in 3 bis 4 Jahren erste Untersuchungen nach allfälligen Veränderungen durchgeführt werden können.

CONCLUSIONS

Nos recherches sur le "Gubrist" entre Weiningen et Regensdorf (substrat: Moraine sur molasse) ont donné des premiers résultats. Nous sommes en train d'examiner 167 échantillons des premiers 8 cm du sol. On voit que les pentes du Gubrist sont moins acides (ou bien neutre) que le plateau, probablement à cause de l'érosion. Le teneur en matière organique semble d'être plus haut dans les sols faiblement acides ou neutres que dans les sols fortement acides. La relation entre Zn (aussi Pb) et la matière organique est très claire, mais probablement c'est une relation complexe entre Zn, matière organique et le valeur pH ! Nous interprétons le déficit en Zn dans les sols plus pauvres en matière organique (et aussi plus acides) avec des phénomènes de solubilisation et mobilisation, qui sont différents pour les éléments divers.

LITERATUR

FITZE, P., 1986:

Saurer Gubrist ? Uni Zürich, 1/2, 7-8.

GATTI, A., 1986:

Zeitliche Schwankungen und räumliche Verteilung der Wasserstoffionenkonzentration in den Böden auf dem Gubrist, Kanton Zürich. Dipl.-Arbeit, Geograph. Inst. Univ. Zürich, 66 pp.

Der Einfluss unterschiedlich aufbereiteter Gülle auf die Regenwurmpopulation einer Kunstwiese

M. Bieri¹ & J.M. Besson²

Institut für Phytomedizin, ETHZ, 8092 Zürich¹
Eidg. Forschungsanstalt für Agrikulturchemie, 3097 Liebefeld²

RESUME

Les populations de vers de terre furent étudiées en 1980 et 1984 dans le cadre d'une étude sur l'influence des lisiers de bovins et de porcs (trois préparations: stockage, aération et méthanisation) sur une prairie temporaire. Seul l'application des lisiers méthanisés a plus favorisé les populations de vers de terre, tout particulièrement celles de *Lumbricus terrestris*. En revanche, l'application de la dose élevée de lisiers stocké de porcs (100 m³/ha/an) a eu une influence négative sur les vers de terre. En outre, les lisiers de porcs ont pour effet un accroissement des dépositions en surface des excréments de vers de terre. Ceci n'est cependant pas en relation avec les populations élevées de vers de terre: dans les parcelles où l'on a appliqué les lisiers de bovins, on trouve les plus grandes quantités de vers de terre, bien qu'on y rencontre significativement moins de dépositions superficielles que dans celles qui ont reçu des lisiers de porcs.

EINLEITUNG

Im Zusammenhang mit Gülledüngung taucht immer wieder die Frage nach dem Einfluss der verschiedenen Güllearten auf die Regenwurmfaua und -populationen auf. Oft wird darauf verwiesen, dass belüftete Gülle die Regenwürmer wesentlich weniger stark beeinträchtigt als gelagerte. CURRY (1976) konnte zeigen, dass gelagerte Gülle für Lumbriciden schon nach wenigen Stunden toxisch wirkt, wenn die Würmer direkt der Gülle ausgesetzt werden. Er konnte zudem zeigen, dass bei hohen ausgebrachten Güllemengen die Wurmpopulationen auch im Freiland geschädigt werden. Die damit verursachten Populationsreduktionen regenerierten sich in der Regel innerhalb von 14 Monaten.

Die Frage ist nun, inwiefern mit gewissen Vorbehandlungen der Güllen solche negativen Effekte reduziert werden können. Im Rahmen des Gülle-Pflanzenverträglichkeits-Versuches der FAC-Liebefeld bot sich unter anderem auch die Gelegenheit, den Einfluss verschieden aufbereiteter Rinder- und Schweinegülle (Lagerung, Belüftung und Methangärung) auf die Freilandpopulationen der Regenwürmer zu studieren. Die Methodik der Gülle-Aufbereitungs-Verfahren wurden von BESSON *et al.* (1982) im Detail beschrieben.

MATERIAL und METHODEN

Im Gülle-Pflanzenverträglichkeits-Versuch, welcher in einer Kunstwiese auf dem Areal der FAC-Liebefeld angelegt worden ist, wurden die folgenden Düngevarianten untersucht:

- 1: 0 kg N/ha/Jahr
- 2: 80 kg N/ha/Jahr
- 3: 160 kg N/ha/Jahr
- 4: 240 kg N/ha/Jahr
- 5: Rindergülle, gelagert, 50m³/ha/Jahr
- 6: Rindergülle, belüftet, 50m³/ha/Jahr
- 7: Rindergülle, methanvergoren, 50m³/ha/Jahr
- 8: Rindergülle, gelagert, 100m³/ha/Jahr
- 9: Rindergülle, belüftet, 100m³/ha/Jahr
- 10: Rindergülle, methanvergoren, 100m³/ha/Jahr
- 11: Schweinegülle, gelagert, 50m³/ha/Jahr
- 12: Schweinegülle, belüftet, 50m³/ha/Jahr
- 13: Schweinegülle, methanvergoren, 50m³/ha/Jahr
- 14: Schweinegülle, gelagert, 100m³/ha/Jahr
- 15: Schweinegülle, belüftet, 100m³/ha/Jahr
- 16: Schweinegülle, methanvergoren, 100m³/ha/Jahr

Sämtliche Verfahren erhielten als Grunddüngung P- und K-Gaben, welche den jeweiligen P- und K-Gehalten des Bodens und der Güllen angepasst wurden. Die Göllegaben erfolgten zwei mal pro Jahr, das erste mal vor Vegetationsbeginn (Ende März) und das zweite mal nach dem zweiten Schnitt (erste Hälfte Juni).

Im August 1978 wurde auf der ganzen, vorher als Acker genutzten Fläche, eine Kunstwiese angesät und anschliessend in Parzellen von 4 m x 7.5 m unterteilt (4 x 16 = 64 Parzellen). Die Düngung der Parzellen erfolgte regelmässig bis zum Sommer 1983. Während der Vegetationsperiode 1984 wurden keine weiteren Düngegaben mehr verabreicht. Um die Nachhaltigkeit der einzelnen Düngevarianten zu erfassen, setzte

man jedoch die laufenden Erhebungen im Versuch während der ganzen Saison fort und brach ihn im Spätherbst 1984 ab.

Die erste Erhebung der Regenwürmer erfolgte Anfang März 1980. Aus jeder Parzelle wurden die Lumbriciden aus einer zufällig ausgewählten Fläche von 0.25 m² mit 5 l 0.5%-iger Formaldehydlösung aus dem Boden ausgetrieben und in einer Konservierungslösung (70% Äthylalkohol, 25% Wasser, 5% Formaldehyd) abgetötet und konserviert. Die Tiere wurden im Labor nach Arten getrennt ausgewertet, und deren Frischgewichte bestimmt.

Die zweite Erhebung der Regenwurmpopulationen erfolgte im Herbst 1984 mit der gleichen Methode. Zusätzlich wurden in allen Parzellen, von zwei zufällig gewählten Flächen von 33 cm x 33 cm die Umrisse der Projektionen der Wurmlösungen auf der Bodenoberfläche auf transparente Folie aufgezeichnet. Die Projektionsflächen wurden anschliessend mit einem Bildanalyseprogramm mit dem IBAS (KONTRON, München) ausgemessen und die Anzahl der Lösungen sowie deren Projektionsflächen bestimmt.

Die *Allolobophora*-Arten wurden für die Auswertung zusammengekommen, einmal weil bei diesen kein deutlicher Trend bezüglich eines Verfahrens ersichtlich war, zum anderen auch, weil die Formalinmethode für die *Allolobophora*-Arten nicht dieselbe Effizienz aufweist wie für die *Lumbricus*-Arten.

Für die statistischen Analysen wurden die nicht parametrischen Verfahren von KRUSKAL & WALLIS (1952, 1953) verwendet.

RESULTATE

In Tab. 1 sind die durchschnittlichen Zunahmen der Mengen und der Biomassen (pro m²) der wichtigsten taxonomischen Gruppen der Regenwürmer des gesamten Versuchs der beiden Erhebungen ersichtlich, während in Fig. 1,A,B die Durchschnitte der Biomassen der einzelnen Verfahren aufgezeichnet sind. Alle Gruppen weisen z.T. wesentliche Zunahmen während der Versuchsperiode von 4.5 Jahren auf, am deutlichsten zugenommen hat *Lumbricus terrestris* L., welcher mit ca. 50% Biomassenanteil die dominante Art darstellt.

Betrachtet man die Zunahmen von *Lumbricus terrestris* in allen Verfahren (Fig. 1,A) so kann man feststellen, dass diese Art überall gefördert wurde ausser bei der höchsten Gabe gelagerter Schweinegülle, wo hoch signifikant tiefere

Populationen gefunden wurden. Ebenso auffällig sind die signifikant stärkere Förderung der *Lumbricus terrestris*-Populationen durch die methanvergorenen Rinder- und Schweinegülle (Tab. 2). Zwischen den übrigen Aufbereitungsverfahren (Lagerung und Belüftung) sowohl der Rinder- als auch der Schweinegülle konnten gegenüber den Varianten mit mineralischer N-Düngung und der Null-Parzelle keine statistisch gesicherte Unterschiede gefunden werden - wenn man von der Variante gelagerte Schweinegülle 100 m³/ha/Jahr absieht.

Schliesslich wiesen die mit Schweinegülle behandelten Parzellen deutlich grössere an der Oberfläche abgesetzte Wurmkothaufen aus als in den Parzellen mit Rindergülle, mit mineralischer N-Düngung und der Nullparzelle (Fig. 1, C & Tab. 3). Dies obwohl in den Parzellen, welchen Schweinegülle appliziert worden ist, eher tiefere Regenwurmpopulationen gefunden wurden.

DISKUSSION

Neben der allgemein bekannten Tatsache, das Kunstwiesen eine positive Wirkung auf die Regeneration von Regenwurmpopulationen haben (Div. Autoren, In: LEE, 1985), konnten wesentliche Unterschiede der Wirkung der einzelnen Güllearten, Aufbereitungsmethoden und Applikationsmengen in ihrer Wirkung auf die Regenwürmer festgestellt werden.

Direkte toxische Wirkungen auf die Regenwürmer, wie sie CURRY (1976) im Labor und im Freiland für Rindergülle nachweisen konnte, scheinen in diesem Versuch nur bei gelagerter Schweinegülle 100 m³/ha pro Jahr aufgetreten zu sein. Sehr wahrscheinlich werden bei diesen Applikationsmengen die Wohnröhren von *Lumbricus terrestris* L. in kurzer Zeit mit Gülle gefüllt. Und man kann annehmen, dass die Würmer durch die zu hohen Konzentrationen von Ammonium-Verbindungen und Benzoesäure, welche auf diese Weise in ihre Wohnröhren gelangen, abgetötet werden.

Bei allen übrigen Verfahren konnte kein schädigender Effekt auf *Lumbricus terrestris* und die anderen Regenwurmart gefunden werden. CURRY (1976) konnte zeigen, dass bei geringeren Ausbring-Mengen von Gülle der grösste Teil der schädlichen Stoffe vom Boden adsorbiert wird, womit die Regenwürmer nicht oder nur unwesentlich beeinträchtigt werden.

In den Variante mit belüfteten Rinder- und Schweinegülle konnten keine besondere Förderung der Regenwürmer im Ver-

gleich mit den gelagerten Gülle gefunden werden. Die *Lumbricus terrestris* - Populationen lagen bei den belüfteten Gülle tendenziell etwas unter den Werten der gelagerten Gülle.

Ungeklärt bleibt bis dahin, weshalb die Parzellen, welche methanvergorenen Rinder- oder Schweinegülle erhielten, deutlich höhere *Lumbricus terrestris*-Populationen aufweisen. Diese Regenwurmart ist an sich auch sehr erwünscht. Es sind die Regenwürmer, welche die tiefsten Wohnröhren von allen im Kulturland vorkommenden Arten anlegen (SATCHELL, 1955), was den Grobporenanteil im Oberboden wesentlich erhöht. Nach WILCKE (1962) beträgt die Anzahl der Regenwurmröhren etwa das 7-fache der vorhandenen Anzahl Regenwürmer. Im vorliegenden Fall kann angenommen werden, dass bei maximal 36 grösserer Individuen von *Lumbricus terrestris* pro m² mit etwa 252 Grobporen pro m², gerechnet werden kann, welche allein auf die Tätigkeit dieser Regenwurmart zurückgeführt werden können. Die maximale Biomasse von *Lumbricus terrestris* L. betrug in diesen Parzellen 176 g/m².

Schwer zu erklären sind die grösseren oberflächlichen Kotscheidungen in den Parzellen, welchen Schweinegülle appliziert wurde. Die durchschnittliche Anzahl von 242 Wurmlösungen/m² in den Schweinegülle-Parzellen entspricht ziemlich genau derjenigen in den Rindergülle-Parzellen (249/m²). Der Unterschied kommt nur durch die wesentlich grösseren Überdeckungsflächen der einzelnen Lösungen in den Schweinegülle-Parzellen zustande, welche nicht mit der Anzahl Regenwürmer in den einzelnen Parzellen korreliert.

Abschliessend kann gesagt werden, dass nur die Gülle, welche einer Methangärung unterworfen worden sind, die Populationen von *Lumbricus terrestris* zusätzlich fördern. Andererseits konnte nur dann eine negative Beeinflussung der *Lumbricus terrestris* - Populationen gefunden werden, wenn hohe Mengen (100 m³/ha/Jahr) üblich gelagerter Schweinegülle ausgebracht worden sind. Schweinegülle bewirkt zudem noch, dass die Regenwürmer ihre Lösungen vermehrt an der Oberfläche absetzen. Dieses Verhalten steht in keinem unmittelbaren Zusammenhang mit der Regenwurmdichte. Die höchsten Mengen an Regenwürmern fand man in den Parzellen mit Rindergülle, obwohl dort die Flächenbedeckung durch Regenwurmkot an der Bodenoberfläche signifikant kleiner war als bei Schweinegülle.

Tab. 1: Durchschnittliche Anzahl (N) und Biomasse (BM) der wichtigsten taxonomischen Gruppen der Regenwürmer pro m^2 über alle Verfahren in Abhängigkeit vom Erhebungsjahr, im Gülle-Pflanzenverträglichkeits-Versuch der FAC Liebefeld. L. ter: *Lumbricus terrestris*; L. rub: *L. rubellus*; L. cast: *L. castaneus*; Allol: *Allolobophora* Arten.

	L. ter.		L. rub.		L. cast.		Allol.	
	N/ m^2	BM g/ m^2	N/ m^2	BM g/ m^2	N/ m^2	BM g/ m^2	N/ m^2	BM g/ m^2
1980	1.6	4.3	5.1	2.6	0	0	40.0	14.0
1984	24.9	53.5	22.0	8.8	12.4	12.7	89.9	29.5

Tab. 2: Durchschnittliche Biomasse in g/ m^2 der wichtigsten taxonomischen Gruppen der Regenwürmer in Abhängigkeit der Düngung und Aufbereitungsverfahren der Gülle, im Gülle-Pflanzenverträglichkeits-Versuch der FAC Liebefeld. L. ter: *Lumbricus terrestris*; L. rub: *L. rubellus*; L. cast: *L. castaneus*; Allol: *Allolobophora* Arten.

	Null-	Mineral.	GÜLLEN		
	Variante	N-Gaben	gelagert	belüftet	methanverg.
L. ter.	58.0	44.7	45.1	40.7	80.0*
L. rub.	8.0	12.3	7.7	7.6	8.9
L. cast.	34.9*	10.6	12.9	11.6	9.8
Allol.	24.7	20.1	31.1	26.6	31.7
TOTAL	125.6	87.7	96.8	86.5	130.7

Tab. 3: Durchschnittliche Bodenbedeckung von Wurmlosungen in cm^2/m^2 in Abhängigkeit der Düngungsarten im Gülle-Pflanzenverträglichkeits-Versuch der FAC Liebefeld.

	Null-Variante	Mineral. N-Düngung	Rinder-gülle	Schweine-gülle
	572.4	648.0	584.1	835.7*

*: $\alpha \leq 0.01$

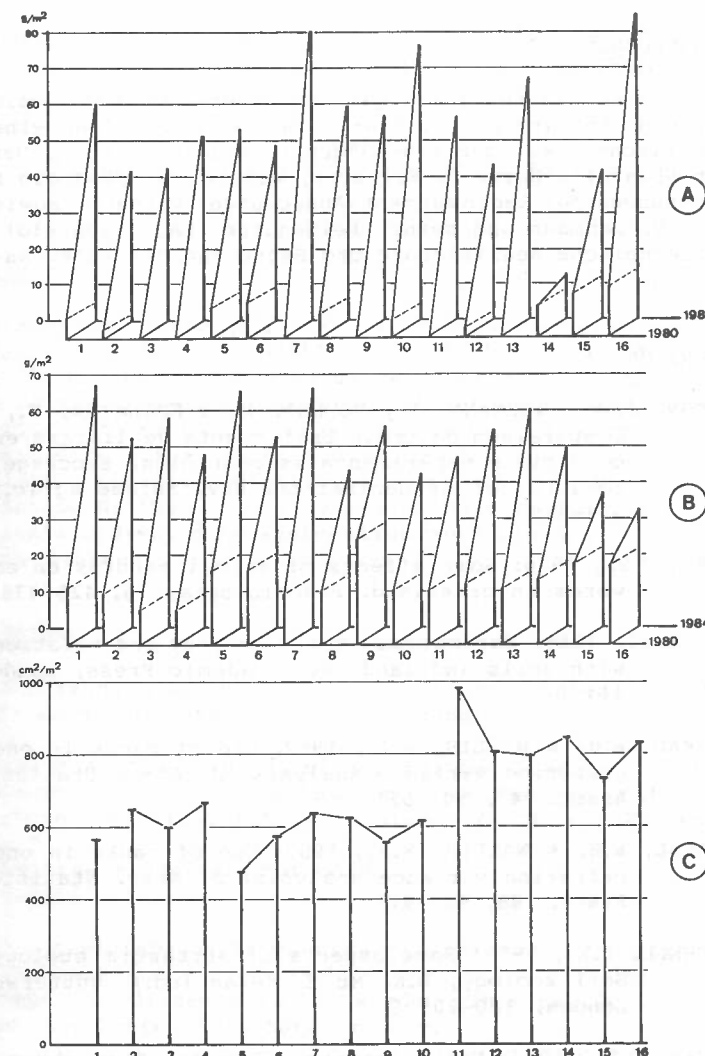


Fig. 1: A: Durchschnittliche Biomasse von *Lumbricus terrestris* in g/ m^2 in den Verfahren 1 - 16 in den beiden Jahren 1980 und 1984. B: Durchschnittliche Biomasse aller Regenwürmer ohne *Lumbricus terrestris* in g/ m^2 in den Verfahren 1 - 16 in den beiden Jahren 1980 und 1984. C: Durchschnittliche Bodenbedeckung durch Wurmlosungen in cm^2/m^2 in den Verfahren 1 - 16 im Gülle-Pflanzenverträglichkeits-Versuch der FAC Liebefeld.

VERDANKUNGEN

Die Autoren möchten ihren ganz besonderen Dank den beiden Herren M. Bossard und M. Pieri aussprechen, welche einen wesentlichen Teil der Erhebungen im Feld vornahmen. Der Dank gilt ebenfalls Herrn A. Fritschy, welcher am IBAS die Flächenmessungen der Regenwurmkot-Abdeckungen vornahm, sowie Herrn V. Lehmann und seiner Feldequipe (FAC-Liebefeld) für die technische Realisierung und Betreuung der Versuchsfelder.

LITERATUR

- BESSON, J.-M., LEHMANN, V., ROULET, M. & EDELMANN, W., 1982: Comparaison de trois traitements de lisiers en conditions expérimentales contrôlées: stockage, aération et méthanisation. Rev. Suisse agric., 14, 327-335.
- CURRY, J.P., 1976: Some effects of animal manures on earthworms in grassland. Pedobiologia, 16, 425-438.
- LEE, K.E., 1985: Earthworms, their ecology and relationships with soils and land use. Academic Press, London, 411 S.
- KRUSKAL, W.H. & WALLIS, W.A., 1952: Use of ranks in one-criterion variance analysis. J. Amer. Statist. Assoc. 47, 583-621.
- KRUSKAL, W.H. & WALLIS, W.A., 1953: Use of ranks in one-criterion variance analysis. J. Amer. Statist. Assoc. 48, 907-911.
- SATCHELL, J.E., 1955: Some aspects of earthworm ecology. In: Soil Zoology, D.K. Mc E. Kevan (ed.). Butterworth, London, 180-201 S.
- WILCKE, D.E., 1962: Untersuchungen über die Einwirkung von Stallmist und Mineraldüngung auf den Besatz und die Leistungen der Regenwürmer im Ackerboden. Monogr. Z. angew. Entomol. 18, 121-167.

Diurnale Effizienzschwankungen beim Sammeln der Regenwurmart
Lumbricus terrestris mit der Formaldehydmethode

O. Daniel

Institut für Phytomedizin, ETHZ, 8092 Zürich

RESUME

Ce travail démontre qu'il existe des fluctuations importantes pendant 24 heures dans l'efficacité de la méthode du formol pour l'extraction de *Lumbricus terrestris*. L'efficacité maximale se trouve vers le soir, l'efficacité minimale vers midi. Les fluctuations diurnales de l'efficacité de cette méthode doivent être prises en considération lors de l'établissement de plans d'échantillonnage dans l'optique d'estimation de population de *Lumbricus terrestris*. Dans le contraire, les résultats peuvent être systématiquement biaisés et les variations élevées.

EINLEITUNG

Für Schätzungen von Regenwurmpopulationen stehen nach LEE (1985) folgende Methoden zur Verfügung:

- Passive Methoden (Handauslese, Waschen-Sieben, Flotation)
- "Behavioral" Methoden (Chemische Expellentien, Hitze-Extraktion, Elektrizität, Mechanische Vibration, Fallen, etc.)
- Markieren-Wiederfang Methoden
- Kot-Zähl Methode

Für die tiefgrabende Regenwurmart *Lumbricus terrestris* kommen aus zeitökonomischen Gründen v.a. chemische Expellentien in Frage. Von diesen wiederum werden mit Formaldehyd-Lösungen die besten Resultate erzielt.

Die zuerst von RAW (1959) beschriebene Formaldehydmethode wurde von verschiedenen Autoren modifiziert bezüglich:

- Konzentration und Volumen der ausgebrachten Lösung
- Anzahl und Intervalldauer der Applikationen
- Grösse der Stichprobenfläche

Es wird angenommen, dass die Effizienz der Formaldehydmethode für die Regenwurmart *Lumbricus terrestris* saisonal schwankt. LAKHANI & SATCHELL (1970) beschrieben ein Modell, mit welchem der Einfluss von saisonal bedingten Temperatur- und Wassergehaltsschwankungen im Boden auf die Sammeleffizienz berechnet werden kann. Das Modell ist jedoch nicht validiert und standortgebunden.

Aus der Arbeit von KRETZSCHMAR (1982) geht hervor, dass für verschiedene *Nicodrilus*- und *Allolobophora*-Arten diurnale Effizienzschwankungen zu erwarten sind.

In der folgenden Arbeit wurde untersucht, ob auch bei der allgemein als "problemlos" bekannten Regenwurmart *Lumbricus terrestris* diurnale Effizienzschwankungen auftreten.

METHODEN

Die Probenahmen erfolgten im Spätsommer in einem von *Carpinus betulus* dominierten Laubwaldbestand auf pseudovergleyter Braunerde (Gemeinde Urdorf, ZH). Eine Fläche von 15 m x 40 m wurde in 4 Teilflächen von 7.5 m x 20 m unterteilt. Acht Stichprobenkoordinaten pro Teilfläche wurden mittels Zufallszahlen ermittelt. Während 24 Stunden wurde in Zeitabständen von 3 Stunden pro Teilfläche je eine Stichprobe zur Schätzung der Regenwurmadundanz, des pH's in 10 cm Bodentiefe (0.01 M CaCl₂) und des Wassergehaltes im Boden in 15 cm Tiefe erhoben.

Formaldehydmethode: auf eine Stichprobenfläche von 0.25 m² wurden in Abständen von 10 Minuten zuerst 2 x 5 l 0.1%, dann 3 x 5 l 0.2% Formaldehydlösung appliziert. Ein oberflächliches Abfließen der Lösung wurde durch einen 1-3 cm tief versenkten Blechrahmen verhindert.

RESULTATE

Mittels Varianzanalyse konnte für das pH und den Wassergehalt des Bodens, sowie für die Abundanz der Adulten (*L.t.ad.*) und Juvenilen (*L.t.juv.*) der Art *Lumbricus terrestris* (Tab. 1) kein Unterschied ($\alpha=0.05$) zwischen den vier Teilflächen gefunden werden.

Tab. 1: Vergleich der 4 Teilflächen

Teilfläche (n=8)	pH	Wasser- gehalt	<i>L.t.ad.</i> pro 0.25 m ²	<i>L.t.juv.</i> pro 0.25 m ²
1	5.6±0.72	21.9±1.34	1.6±1.51	0.6±0.52
2	5.6±0.74	22.5±1.53	1.9±0.99	1.7±1.04
3	5.6±0.38	22.8±2.09	1.7±0.70	1.5±1.60
4	5.4±0.34	22.0±1.48	1.3±1.04	1.7±1.75

Bezüglich dem pH und dem Wassergehalt des Bodens der Stichprobenflächen (Tab. 2) konnten innerhalb der Zeitreihe mit einer Varianzanalyse keine Unterschiede ($\alpha=0.01$ resp. 0.05) gefunden werden.

Für die Abundanzen von *L.t.ad.* und *L.t.juv.* wurden mittels Varianzanalyse Unterschiede ($\alpha=0.01$) innerhalb der Zeitreihe gefunden.

Tab. 2: Vergleich innerhalb der Zeitreihe

Zeitreihe (n=4)	pH	Wasser- gehalt	<i>L.t.ad.</i> pro 0.25 m ²	<i>L.t.juv.</i> pro 0.25 m ²
13.00	5.8±0.45	21.7±0.74	1.2±1.26	1.5±1.29
16.00	5.2±0.15	21.1±0.80	2.0±0.82	1.2±1.26
19.00	5.0±0.35	21.6±1.18	2.7±0.96	0.7±0.96
22.00	5.2±0.39	24.9±1.36	2.7±0.50	0.2±0.50
01.00	6.1±0.10	22.4±2.36	1.5±0.58	3.5±1.73
04.00	5.8±0.83	22.6±0.82	1.5±1.00	1.0±0.82
07.00	5.2±0.29	21.9±0.77	0.5±0.56	1.5±1.00
10.00	6.0±0.37	22.2±1.32	0.7±0.50	1.5±1.00

Mittels der graphischen Methode von NELDER und PLACKETT (In: BERCHTOLD, 1982) wurden für *L.t.ad.* und *L.t.juv.* Gruppen gleichen Mittelwertes gesucht (Fig. 1a,1b).

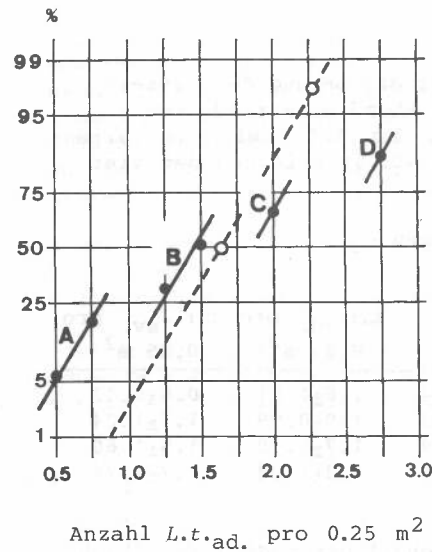


Fig. 1a: Graphische Gruppenbildung für *L.t.ad.*

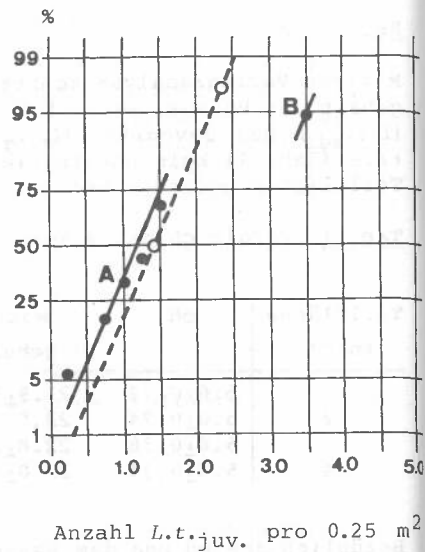


Fig. 1b: Graphische Gruppenbildung für *L.t.juv.*

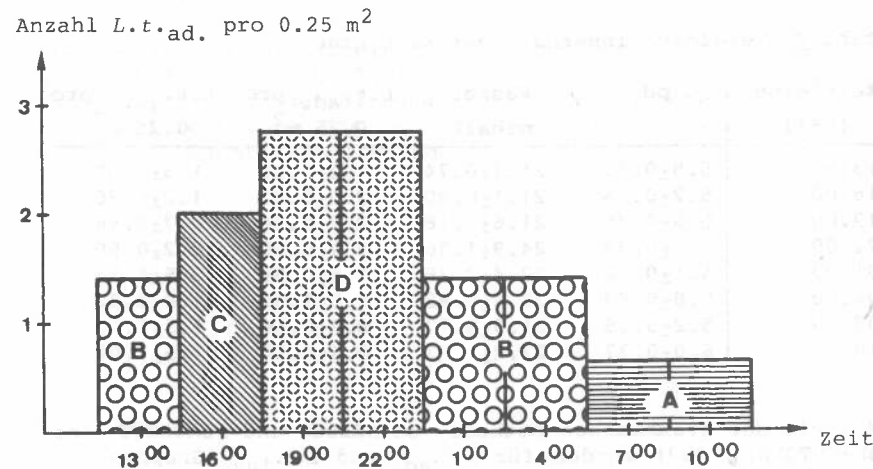


Fig. 2: Diurnaler Verlauf der Sammeleffizienz für *L.t.ad.*

Die Signifikanz der Unterschiede zwischen den Gruppen für *L.t.ad.* wurde nach dem Verfahren von HOLM (In: BERCHTOLD, 1982) getestet (Tab. 3).

Tab. 3: Multipler Vergleich der Gruppen für *L.t.ad.*
d: Differenz der Gruppenmittelwerte; s: Streuung der zwei Gruppen; p (t,n): p-Wert; α^* : gewichtete Irrtumswahrscheinlichkeit

Vergleich	d	s	p (t,n)	α^*	gesichert
A vs. D	2.12	0.384	0.0000	0.0083	ja
A vs. C	1.37	0.387	0.0002	0.0100	ja
B vs. D	1.33	0.690	0.0005	0.0125	ja
A vs. B	0.79	0.599	0.0097	0.0167	ja
C vs. D	0.75	0.550	0.0501	0.0250	nein
C vs. B	0.58	0.780	0.2160	0.0500	nein

Bei *L.t.juv.* war der Unterschied zwischen den Gruppen A und B nicht signifikant (t-Test, $\alpha = 0.05$).

DISKUSSION

Die gewählte Versuchsfläche war bezüglich dem pH und Wassergehalt des Bodens sehr homogen. Auch bezüglich der Abundanz der Regenwurmart *Lumbricus terrestris* konnte zwischen den 4 Teilflächen kein Unterschied gefunden werden. Die Voraussetzungen um mit einer geringen Stichprobenanzahl diurnale Effizienzwankungen zeigen zu können waren daher günstig.

Bei den Adulten ist eine Effizienzerhöhung gegen abend und eine Erniedrigung gegen morgen zu beobachten. Dies stimmt in der Tendenz mit den von KRETZSCHMAR (1982) bei verschiedenen *Nicodrilus* und *Allolobophora*-Arten beobachteten zyklischen Effizienzwankungen überein. Leichte Verschiebungen von Maxima und Minima sind durch standort- und jahreszeitbedingte Unterschiede der Umweltbedingungen erklärbar. Eine interessante Parallelität besteht zwischen den beschriebenen Effizienzwankungen und den von JOYNER & HARMON (1961) beobachteten zeitvariablen Aufenthaltspräferenzen von *Lumbricus terrestris* in der Wohnröhre. Sie fanden, dass sich *Lumbricus terrestris* gegen abend zur Bodenoberfläche hin bewegt, und nach Mitternacht wieder nach unten wandert.

Es wird vermutet, dass die diurnalen Effizienzschwankungen auf Änderungen der Expositionsdauer mit Formaldehyd zurückzuführen sind. Die Expositionsdauer kann sich entweder als Folge eines längeren Fluchtweges oder wegen einer Änderung des Fluchtverhaltens vergrössern.

Beim Erstellen von Stichprobenahmeplänen zur Schätzung von Regenwurmpopulationen müssen bei der Verwendung der Formaldehydmethode, neben den saisonalen, auch die diurnalen Effizienzschwankungen in Rechnung gestellt werden. Andernfalls ist mit systematischen Fehlern und erhöhten Varianzen zu rechnen.

LITERATUR

- BERCHTOLD, W., 1982: Ein rechnerisches und ein graphisches Verfahren für multiple Vergleiche. Schweiz. Landw. Fo. 21, 127-130.
- JOYNER, J. W., and HARMON, N.P., 1961: Burrows and oscillative behaviour therein of *Lumbricus terrestris*. Proc. Indiana Acad. Sci. 71, 378-384.
- KRETZSCHMAR, A., 1982: Elements de l'activité saisonnière des vers de terre en prairie permanente. Rev. Ecol. Biol. Sol 19, 193-201.
- LAKHANI, K.H., and SATCHELL, J.E., 1970: Production by *Lumbricus terrestris* (L.). J. Anim. Ecol. 39, 473-492.
- LEE, K.E.(ed.), 1985: Earthworms: Their ecology and relationships with soils and land use. Academic Press. London. 411 pp.
- RAW, F., 1959: Estimating earthworm populations by using formalin. Nature 184, 1661-1662.

Einfluss der Schwermetallkompetition im Boden auf die Aufnahme durch Pflanzen

von R.Gsponer, H.W.Schmitt, und H.Sticher

Laboratorium für Bodenkunde, Institut für Lebensmittelwissenschaften, ETH Zentrum, CH-8092 Zürich

1. Einleitung

Bei der Verwendung von Klärschlamm werden in den Boden auch verschiedene Schwermetallionen eingetragen, die zueinander in Konkurrenz treten. Trendanalysen zeigen, dass bei wiederkehrenden Klärschlammgaben der Boden für gewisse Metalle, z.B. Cadmium, schneller gesättigt ist als etwa für Blei. Mit Pflanzenversuchen soll jetzt gezeigt werden, ob die gegenseitige Kompetition der Metallionen Blei und Cadmium sich auch auf deren Aufnahme in die Pflanze auswirkt. Verwendet werden die maximal erlaubten Mengen gemäss der schweizerischen Klärschlammverordnung, deren molare Verhältnisse für das Cadmium/Blei/Kupfer System 1:18:59 betragen.

2. Adsorptionsexperimente an einer Parabraunerde

Mit Experimenten im Batch-Verfahren wurden im 10 cm tiefen Ah Horizont einer Parabraunerde (Buchberg, Gemeinde Marthalen) die Adsorptionswerte bestimmt und an eine modifizierte Langmuir-Isotherme angepasst (Schmitt und Sticher, 1986). Alle Daten wurden mit 10 mM NaNO₃ als Grundelektrolyt gewonnen. Die berechneten Werte für die maximale Sättigung sind in der Tabelle 2 zusammengefasst und zeigen, dass unter den gegebenen Verhältnissen die Cadmiumsättigung bis um das Hundertfache erniedrigt wird.

Tabelle 1 Sättigungswerte für Cd bei verschiedenen Kompetitionsverhältnissen

Cd	3.055 mg/g
Cd (Cd/Pb = 1:1)	1.127 mg/g
Cd (Cd/Pb = 1:18)	0.086 mg/g
Cd (Cd/Cu = 1:59)	0.033 mg/g
Cd (Cd/Pb/Cu = 1:18:59)	0.026 mg/g

3. Chemisches Modell zur Trendanalyse des Schwermetallgehaltes

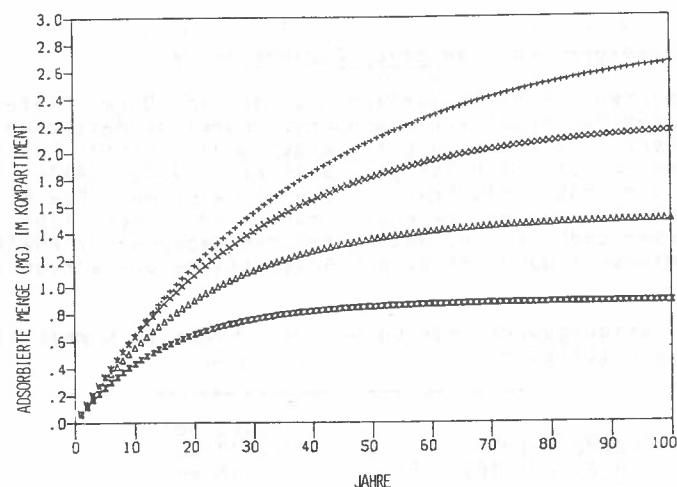
Das Modell (Schmitt und Sticher, 1986) betrachtet einen dm³ Boden des Ah Horizontes der Parabraunerde, der mit der jährlich erlaubten Menge Klärschlamm gedüngt wird. Dabei wird angenommen, dass darin die maximal zulässigen Mengen Cadmium, Blei und Kupfer vorhanden sind und diese sich in einem Zustand befinden, der eine vollständige Löslichkeit zulässt. Dieses Bodenkompartment bildet einen Reaktor, in dem diese Schwermetallionen zuerst mit dem vorhandenen Bodenwasser und dann mit dem gesamten jährlichen

Niederschlag Gleichgewichtsadsorptionen eingehen. Grundlage hierfür bilden die gemessenen Langmuirfunktionen. Die Anteile, die gelöst bleiben, werden nach dem jeweiligen Schritt dem Bodenkompartment entzogen. Die am Schluss des Jahres noch adsorbierte Menge bildet dann die Startmenge, wenn im folgenden Jahr wiederum gedüngt wird.

Das Modell wird auf 100 Jahre hochgerechnet.

Tabelle 2 Bodenparameter für die Modellrechnungen

Dimension des Kompartimentes	10x10x10	cm ³
Bodenmasse	1130	g
Bodenlösung	260	ml
Niederschlagsmenge pro Jahr	935	mm
Cadmium-Eintrag	0.075	mg/Jahr
Molares Verhältnis Cd/Pb/Cu	1:18:59	



Figur 1. Trendrechnung der adsorbierten Menge Cadmium. Cd (+), Cd/Pb (X), Cd/Cu (Δ), Cd/Pb/Cu (Σ)

Der Figur 1 zeigt, wie das Bodenkompartment Cadmium unter diesen verschiedenen konkurrenzierenden Bedingungen zu adsorbieren vermag. Der Sättigungswert für Cadmium sinkt mit zunehmendem Gehalt an kompetitierenden Metallen. Für den Fall Cd/Pb/Cu = 1:18:59 ist das 50 % Niveau schon nach 8 Jahren erreicht. Nach ungefähr 40 Jahren ist das Kompartiment nicht mehr in der Lage, das weiter zugefügte Cadmium aufzunehmen. Als Folge davon bleibt dieses Cadmium in diesem Volumen verfügbar und kann in tiefere Bodenschichten durchsickern oder aber von Pflanzen leicht aufgenommen werden.

4. Pflanzenversuche

Es wurden Topfversuche mit Klärschlamm-Quarzsand-Substrat und Spinat als Testpflanze durchgeführt. Dabei sollten erste Anhaltspunkte über die Auswirkungen von Schwermetallkompetition im Substrat auf deren Aufnahme durch Pflanzen gefunden werden. Mit Hilfe von angereicherten Klärschlämmen (Tab. 3a) wurden die drei Versuchsfaktoren - Cadmianreicherungsstufe im Klärschlamm, Cadmiumkonzentration im Substrat und kompetitives Verhältnis von Blei und Cadmium (molar) - im Substrat eingestellt (Tab. 3b). Als Verfahren dienten die zwölf möglichen Faktorkombinationen. Jedes Verfahren wurde dreimal wiederholt. Die Versuche konnten auf einer Wachstumsbank der Forschungsanstalt Liebefeld bei konstanten Bedingungen durchgeführt werden. Die Rahmenbedingungen des Versuchsverlaufs sind in Tabelle 3c dargestellt.

Tabelle 3 Versuchsvoraussetzungen und -verlauf

a) Cadmium- und Bleigehalte der angereicherten Klärschlammkomplexe KS-1 bis KS-6

	KS-1	KS-2	KS-3	KS-4	KS-5	KS-6
Cadmium ppm:	120	120	120	240	240	240
Cd/Pb(molar):	1/6	1/18	1/60	1/6	1/18	1/60

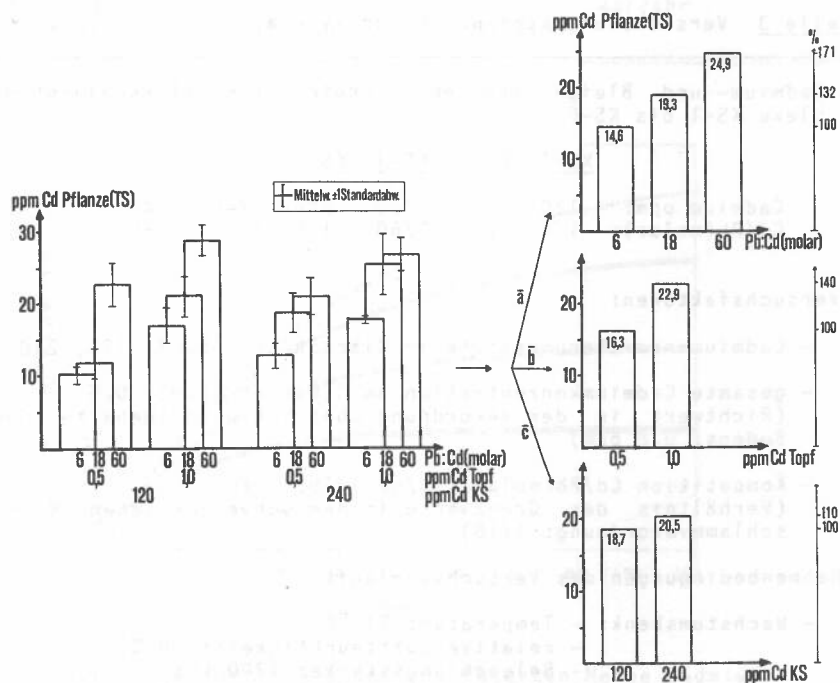
b) Versuchsfaktoren:

- Cadmianreicherungsstufe im Klärschlamm (ppm): 120, 240
- gesamte Cadmiumkonzentration im Substrat (ppm): 0.5, 1 (Richtwert in der Verordnung über Schadstoffgehalte des Bodens: 0.8 ppm)
- Konkurrenz Cd/Pb(molar): 1/6, 1/18, 1/60 (Verhältnis der Grenzwerte in der schweizerischen Klärschlammverordnung: 1/18)

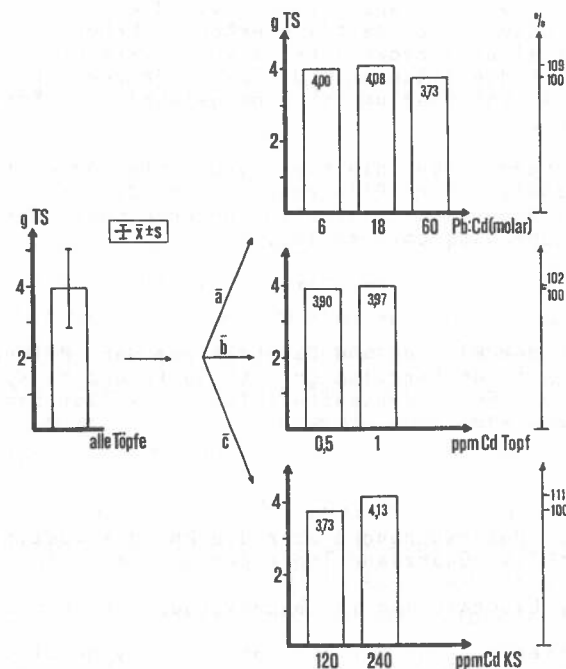
c) Rahmenbedingungen des Versuchsverlaufs:

- Wachstumsbank:
 - Temperatur: 21 °C
 - relative Luftfeuchtigkeit: 60 %
 - Beleuchtungsstärke: 1300 LUX
 - tägliche Beleuchtungsdauer: 24 h
- Versuchsdauer: 48 Tage
- Düngung: 2/3 einer definierten Düngergabe bei der Saat, 1/3 nach 24 Tagen
- Ernte der oberirdischen Pflanzenteile
- Messung:
 - g Trockensubstanz (TS)
 - Cadmium, Blei (ppm in TS)

In den Figuren 2 und 3 sind die Ergebnisse der Versuche gezeigt. Während der doppelte Cadmiumgehalt des Klärschlammes nur eine geringe Zunahme des Cadmiums in der TS zeigt (100:110), ist der Einfluss der Gesamtmenge Cadmium pro Topf schon erheblich (100:140). Am ausgeprägtesten ist jedoch die Wirkung des konkurrierenden Bleis. Fast doppelt soviel Cadmium wird gefunden, wenn die Pb/Cd Konkurrenz um den Faktor zehn steigt. Bei recht grosser Versuchsstreuung variierte die Trockensubstanzproduktion für die einzelnen Faktorstufen nur unwesentlich. Die zuvor gemachten Feststellungen bezüglich Cadmiumgehalt in der Trockensubstanz dürfen daher auch auf die totale Cadmiumaufnahme der Spinatpflanzen übertragen werden. Offensichtlich ist die Verfügbarkeit des Cadmiums im Boden entsprechend erhöht worden.



Figur 2. Cadmiumgehalte der Spinatpflanzen (ppm von TS) in Abhängigkeit von Cadmiumgehalten im Bodensubstrat, Cadmiumanreicherungsstufen und molarer Pb/Cd Konkurrenz im Klärschlamm. Die Teilgraphiken a,b,c zeigen die Wirkung der einzelnen Verfahrensstufen der drei Faktoren für sich allein betrachtet.



Figur 3. Trockensubstanzproduktion der Spinatpflanzen (Mittelwert aller Verfahren und Standardabweichung). Die Teilgraphiken a,b,c zeigen die Wirkung der einzelnen Verfahrensstufen der drei Faktoren für sich allein betrachtet.

5. Diskussion

Die Grundlagen der Trendanalyse werden von Langmuir-Funktionen gebildet, die aus Daten von kompetitiven Adsorptionsexperimenten berechnet werden. Die wesentliche Aussage des Modells besteht darin, dass nach etwa 30 Jahren unter den gegebenen Bedingungen der Cadmium-Eintrag im Ah Horizont der Parabraunerde überhaupt nicht mehr zurückgehalten werden kann und entweder in tiefere Bodenschichten versickert (letztlich ins Grundwasser) oder aber leicht pflanzenverfügbar wird.

Gewisse Grenzen sind im Modell vorhanden. Dass etwa die Bodeneigenschaften über so lange Zeiträume hinweg konstant bleiben, kann sicherlich in Frage gestellt werden. Weil nur drei ausgewählte

Ionen Cd, Pb und Cu berücksichtigt worden sind, sind auch die Wettbewerbsverhältnisse in situ um einiges komplizierter.

Die Pflanzenversuche zeigten, dass die Bleiwettbewerb die Cadmiumkonzentration in der Trockensubstanz sowie die totale Cadmiumaufnahme durch Spinatpflanzen deutlich erhöht. Erhöhte Löslichkeit der Schwermetalle im Boden führt also zu vermehrter Schwermetallaufnahme durch die Pflanzen. Dieses Eindringen in die Nahrungskette speziell von Cadmium ist eine gefährliche Konsequenz der Ionenkonkurrenz.

Trotz Vereinfachungen zeigen die hier dargelegten Adsorptionsexperimente, Trendanalysen und Pflanzenversuche, dass für künftige Einschätzungen der Schwermetallsituation unserer Böden der kompetitive Faktor mitzuberücksichtigen ist.

5. Danksagung

Für die Hilfe bei der Planung und Durchführung der Pflanzenversuche danken die Autoren herzlich Dr. S.K. Gupta und H. Wyss von der Eidgenössischen Forschungsanstalt für Agrarkulturchemie und Umwelthygiene, Liebefeld.

6. Literatur

Gsponer R. 1985. Untersuchungen über die Pb/Cd-Kompetition in einem Klärschlamm-Quarzsand-Topfexperiment mit Spinat als Testpflanze.
Diplomarbeit, Laboratorium für Bodenkunde, ILW, ETH-Z.

Schmitt H.W., Sticher H. 1986. Prediction of heavy metal contents and displacement in soils.
Z. Pflanzenernaehr. Bodenk., im Druck

EINFLUSS VON ANTHROPOGEM KUPFER AUF BODEN UND PFLANZE

H. HAENI, S. GUPTA und U. ZOBRIST *

Eidgenössische Forschungsanstalt für Agrarkulturchemie und Umwelthygiene,
3097 Liebefeld-Bern

1. EINLEITUNG

In der Vernehmlassung zur Verordnung über Schadstoffgehalte des Bodens (VSBo) stiess vor allem der Richtwert des Kupfers auf Kritik, da dieser Wert in Rebbergböden und möglicherweise auch in Böden aus Kartoffelanbau gebieten bereits wesentlich überschritten sei. Zudem könne auch in nächster Zeit bei diesen Kulturen auf kupferhaltige Pflanzenschutzmittel nicht verzichtet werden, weshalb der vorgeschlagene Bodenrichtwert als unrealistisch abgelehnt werden müsse.

Es würde nun dem Konzept der Richtwertfestlegung widersprechen, wollte man einen Richtwert wegen Ueberschreitung in einzelnen Gebieten allgemein heaufsetzen. Genau so wenig kann es diesem Konzept entsprechen, für solche Gebiete höhere Werte von vornherein einfach zu tolerieren.

Vor diesem Hintergrund wurde am Schweizerischen Landwirtschaftlichen Technikum in Zollikofen eine Diplomarbeit mit dem Titel "Untersuchungen über den Kupfergehalt in Rebbergböden und Böden mit intensivem Kartoffelanbau" durchgeführt (U. ZOBRIST, 1985). Im folgenden werden die wichtigsten Resultate aus dieser Arbeit vorgestellt, wobei das besondere Augenmerk den biologischen Wirkungen des Kupfers gilt, da die Kenntnisse über diese Wirkungen für die Beurteilung von Richtwerten von ausschlaggebender Bedeutung sind.

* Diplomarbeit am Schweizerischen Landwirtschaftlichen Technikum unter Leitung von A. Kaufmann

Tabelle 1: Biologische Wirkungen des Kupfers

Boden (mg/kg)	Bodenlsg. (mg/l)	Nährlsg. (mg/l)	Pflanzen	Mikroorganismen
Total 1-20 Nat.Geh. (1)				
50 VSBo (2)				
100 KLoke (1)		0,05 (6)	Spurenelementwirkung	
Löslich				
mg Cu/2,5 l 0,1M NaNO ₃ oder 1 kg Boden				20%ige Inhibition der C-Mineralisierung
0,3 (3)	0,12		Beginn der phytotox. Wirkung (ab 20 mg Cu/kg TS)	Verminderung der Mikroorganismenakt.
0,7 VSBo (2)	0,28	0,1 (5)	Tox. Wirkung bei Sonnenblumen	
1,4 (4)	0,56	0,5 (6)	Beginn der phytotox. Wirkg.	
		1-4 (5)		

1) KLoke, 1982

2) Verordnung über Schadstoffgehalte des Bodens, Eidg. Departement des Innern (Entwurf September 1984)

3) Stadelmann et al. 1984

4) Häni and Gupta, 1983

5) Scheffer/Schachtschabel, 1982

6) Bergmann, 1983 (nach diesem Zitat zeigen Klee, Luzerne, Mohn, Spinat, Erdbeeren, Zucker- und Futterrüben sowie Gladiolen und Hortensien besonders empfindliche Reaktion auf Kupferüberschuss)

2. ANTHROPOGENE KUPFERQUELLEN

Die vielfältige Verwendung des Kupfers in der landwirtschaftlichen Praxis bringt es mit sich, dass Kupfer vor allem über diesen Weg in den Boden gelangt:

- Kupfer als Zusatz in Schweinefutter (→ Hofdünger)
- Kupfer als Zusatz in Handelsdüngern
- Kupfer in Pestiziden für Wein-, Obst- und Kartoffelbau
- Kupfer (zusammen mit anderen Schwermetallen) in Klärschlamm und Müllkompost

3. DAS VERHALTEN VON KUPFER IM BODEN

Kupfer wird im Boden dank spezifischer Adsorption an den Oberflächen anorganischer Oxide (hauptsächlich Eisen und Aluminium) sowie von Huminstoffen stark gebunden. Diese für Schwermetalle typische Adsorption ist bei neutraler pH-Reaktion ausgeprägter als bei saurer Reaktion, d.h. die Metalllöslichkeit im Boden nimmt mit sinkendem pH-Wert zu. Die spezifischen Bindungen des Kupfers sind allerdings bis gegen pH 5 stabil, während diejenigen der Elemente Cadmium, Nickel und Zink wegen der im Vergleich zum Kupfer geringeren Stabilität der Oberflächenkomplexe bereits bei pH 6 zu einem grossen Teil zerfallen.

4. BIOLOGISCHE WIRKUNGEN DES KUPFERS

Wie für die Metalle Cadmium, Zink und Nickel wurde auch beim Kupfer die beste Beziehung zwischen den aus verschiedenen Böden extrahierten Metallmengen und den Pflanzengehalten gefunden, wenn als Extraktionsmittel eine Neutralsalzlösung (bspw. 0,1 M NaNO₃) verwendet wurde (HAENI and GUPTA, 1985). In Abb. 1 ist diese Beziehung dargestellt. Man beachte die recht hohe Korrelation von 0,74 für r^2 . Demgegenüber waren die Korrelationen mit NH₄OAc (pH 4,8) und DTPA (pH 7,3) wesentlich schlechter (r^2 = 0,42, bzw. 0,13).

Rechnet man die auf den Boden bezogenen Kupferwerte (mg/kg Boden) aus dem Boden : Extraktionsmittelverhältnis auf die Bodenlösung (mg/l) um und vergleicht diese Werte mit Werten, die in Versuchen mit Nährlösungen erhalten wurden, findet man eine grössenordnungsmässig gute Uebereinstimmung (siehe Tabelle 1). Der VSBo-Wert von 0,28 mg/l liegt bezüglich der Reaktion gegenüber Pflanzen auf der sicheren Seite, bezüglich der Reaktion gegenüber

Mikroorganismen scheint er jedoch um einen Faktor von 2-3 höher zu liegen als tolerierbar. Allerdings ist zu bedenken, dass die Mikroorganismen auf Kupfer äusserst empfindlich reagieren und eine toxische Wirkung bereits wenig oberhalb des Spurenelement-Wirkungsbereichs einsetzt. Hier einen Kompromiss zwischen praktischer Durchsetzbarkeit und dem, was noch zu verantworten ist, zu finden, ist nicht einfach. Der Wert von 0,28 mg/l muss als solchen Kompromiss aufgefasst werden.

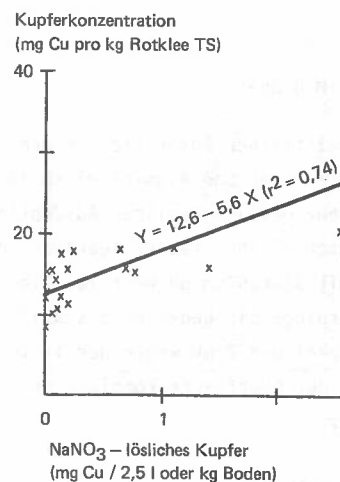


Abbildung 1: Beziehung zwischen Boden-Kupfer (NaNO_3 -löslich) und Kupfer in Rotklee, gewachsen in 6 verschiedenen Böden

5. KUPFER IN REBBERGBOEDEN UND BOEDEN MIT INTENSIVEM KARTOFFELANBAU

In Tabelle 2 sind die geschätzten jährlichen Kupfereinträge in die Parzellen der untersuchten Rebbergböden zusammengestellt. Nach dieser Schätzung entsprechen die Einträge aus Pflanzenschutzmassnahmen recht gut den in den Spritzplänen der 5 wichtigsten chemischen Firmen der Schweiz angegebenen Mengen von 4,7 bis 10,6 kg Cu/ha, J. (M. SCHNEIDER et al. 1984). Im gleichen Literaturzitat wird allerdings darauf hingewiesen, dass im Weinbau jahrzentelang Kupferaufwendungen von 20-30 kg/ha, J. gebräuchlich waren. Wohl nur unter Zugrundelegung dieser Zahlen sind die enormen Kupfergehalte in einigen der untersuchten Rebbergböden erklärbar (siehe Tabelle 3).

Tabelle 2: Eintrag von Kupfer in die Parzellen der Rebbergböden

	Pflanzenschutz kg/ha, J.	Müllkompost kg/ha, J.	Total ppm/Jahr
La Neuveville	9,52	-	3,4
Chavannes	4,93	8,5 - 10,1	4,8 - 5,4
Twann	-	-	-
Progero	1,9	-	0,68

Die Bodeneigenschaften (hoher pH-Wert und/oder hoher Humusgehalt) dürften dafür verantwortlich sein, dass trotz hohen Totalgehalten die löslichen Kupfergehalte ($0,1 \text{ M NaNO}_3$) kaum je den in Tabelle 1 angegebenen kritischen Wert von 1,4 ppm überschreiten. Damit im Einklang steht die Tatsache, dass die Kupfergehalte in den Rebenblättern innerhalb des normalen Bereichs von 5-20 ppm liegen. In Abb. 2 ist der Befund über den totalen und löslichen Kupfergehalt in der von den Reben durchwurzelten Bodenschicht (0-40 cm) graphisch dargestellt.

QUINCHE (1985) verwendete in seinen Untersuchungen an Rebbergböden zur Charakterisierung des verfügbaren Kupfers $1 \text{ N NH}_4\text{OAc}$ von pH 7. Dieses Lösungsmittel extrahierte im Mittel 1,92% vom totalen Kupfer, während dieser Anteil für $0,1 \text{ M NaNO}_3$ nur bei 0,37% lag.

Eine im Vergleich zu den alkalischen Böden grössere Mobilität des Kupfers innerhalb der sauren Bodenprofile kann aus den bis in Tiefen > 60 cm stark erhöhten Kupfer-Totalgehalten abgeleitet werden (siehe Tabelle 3).

In den untersuchten Böden mit intensivem Kartoffelanbau wurden Kupfertotalgehalte zwischen 32 und 47 ppm gefunden. Die Gehalte liegen also unterhalb des VSBo-Richtwertes. Kleinere Aufwandmengen von Kupfer im Kartoffelbau zusammen mit der Tatsache, dass die Kartoffeln höchstens alle 4-6 Jahre in der Fruchtfolge stehen, dürften die bei diesen Kulturen günstigere Situation weitgehend erklären.

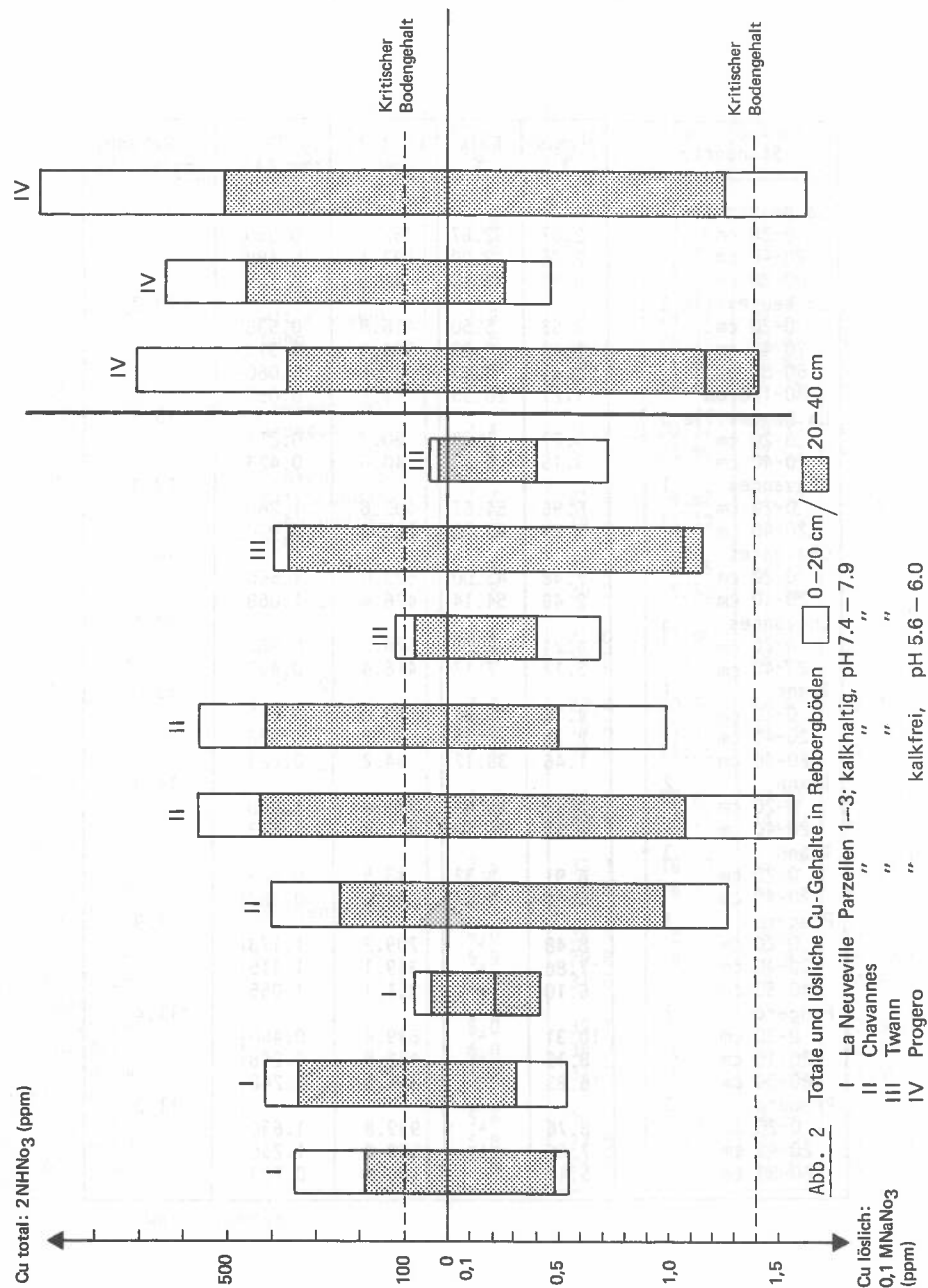
Tabelle 3: Bodeneigenschaften und Kupfergehalte von Rebbergböden, sowie
Kupfergehalte in Rebenblättern

Standort	Bewirtschaftungsform	pH-Wert (H ₂ O)	KAK mmol/z	Ton %	Schluff %	Sand %
La Neuveville 1	konventionell	7.9	13.8	14.12	31.00	54.87
0-20 cm		7.9	11.4	13.87	34.37	51.75
20-40 cm		8.0	9.0	14.00	32.75	53.25
La Neuveville 2	konventionell mit Gründüngung	7.9	21.3	19.62	39.25	41.12
0-20 cm		7.8	20.7	26.37	30.87	42.75
20-40 cm		7.8	22.2	21.37	38.62	40.00
60-80 cm		8.1	13.0	18.12	34.75	47.12
La Neuveville 3 *	konvent. mit Gründüngung	7.4	30.4	20.37	39.37	40.25
0-20 cm		7.6	26.0	25.50	32.62	41.87
20-40 cm	konventionell mit Gründüngung und Müllkompost	7.4	21.4	9.62	53.12	37.25
Chavannes 1		7.8	14.7	11.12	49.75	39.12
Chavannes 2	"	7.5	25.2	11.25	42.74	46.00
0-20 cm		7.8	20.0	5.50	50.50	44.00
Chavannes 3	"	7.6	21.0	17.00	31.87	51.12
0-20 cm		7.8	19.0	19.25	28.62	52.12
Twann 1	biologisch	7.6	23.4	10.50	36.62	52.87
0-20 cm		7.9	19.8	11.50	34.75	53.75
20-40 cm		7.8	12.0	11.25	24.25	64.50
Twann 2	"	7.8	21.7	12.87	33.25	53.87
0-20 cm		7.9	20.9	12.75	34.50	52.75
Twann 3 *	"	7.5	33.1	16.37	34.37	49.25
0-20 cm		7.7	28.9	16.12	32.25	51.62
Progero 1	konventionell	6.0	35.4	6.87	19.87	73.25
0-20 cm		5.9	29.8	6.00	18.87	75.12
20-40 cm		6.2	31.6	5.87	19.50	74.62
Progero 2	"	6.0	39.1	1.62	31.00	67.37
0-20 cm		6.0	34.7	6.37	25.50	68.12
20-40 cm		6.0	32.5	6.25	22.25	71.50
Progero 3	"	5.6	30.7	7.37	15.50	77.12
0-20 cm		5.8	27.9	6.62	18.50	74.87
20-40 cm		5.6	24.7	6.00	17.75	76.25
60-80 cm						

* junge Weinbergböden

Tabelle 3: Fortsetzung

Standort	Humus %	Kalk %	Cu tot. ppm	Cu lösli. ppm AAS	Cu Rebenbl. (mg/kg TS)
La Neuveville 1					11.7
0-20 cm	2.07	32.67	352.1	0.550	
20-40 cm	2.76	28.00	197.1	0.488	
60-80 cm	0.50	33.83	67.6	0.523	
La Neuveville 2					13.2
0-20 cm	2.52	5.50	416.8	0.538	
20-40 cm	2.10	8.00	344.8	0.313	
60-80 cm	1.43	3.83	28.5	0.060	
80-100 cm	1.21	28.33	14.2	0.050	
La Neuveville 3 *					13.8
0-20 cm	5.27	1.33	80.2	0.213	
20-40 cm	3.15	0.67	40.0	0.423	
Chavannes 1					13.3
0-20 cm	6.96	54.67	403.6	1.268	
20-40 cm	3.69	63.00	248.0	0.970	
Chavannes 2					14.9
0-20 cm	7.48	43.00	573.0	1.560	
20-40 cm	2.40	54.14	426.4	1.068	
Chavannes 3					17.1
0-20 cm	4.24	8.67	578.6	0.985	
20-40 cm	3.12	7.17	416.4	0.493	
Twann 1					13.0
0-20 cm	4.10	22.67	129.0	0.693	
20-40 cm	2.74	22.33	81.7	0.398	
60-80 cm	1.46	38.17	34.2	0.223	
Twann 2					14.8
0-20 cm	2.53	24.67	398.4	1.078	
20-40 cm	2.53	26.00	371.3	1.173	
Twann 3 *					----
0-20 cm	6.91	8.33	43.5	0.723	
20-40 cm	5.50	9.67	34.6	0.388	
Progero 1					17.9
0-20 cm	8.48	-	709.2	1.173	
20-40 cm	7.86	-	369.1	1.415	
60-80 cm	6.10	-	361.1	1.055	
Progero 2					11.4
0-20 cm	10.31	-	639.4	0.460	
20-40 cm	8.19	-	462.9	0.248	
60-80 cm	6.83	-	166.3	0.248	
Progero 3					11.3
0-20 cm	8.76	-	939.8	1.630	
20-40 cm	7.58	-	509.8	1.255	
60-80 cm	5.17	-	180.7	0.203	



6. ZUSAMMENFASSUNG

- Aufgrund verschiedener biologischer Wirkungen des Kupfers im Boden und in Nährlösungen wird versucht, eine Beurteilung des in der Verordnung über Schadstoffgehalte des Bodens (VSBo) vorgeschlagenen Richtwertes für einen löslichen Kupfergehalt vorzunehmen.
- Auch bei extremer Ueberschreitung der Kupfertotalgehalte in den Rebbergböden hielten sich die löslichen Gehalte (0,1 M NaNO₃) innerhalb von Grenzen, in denen eine toxische Wirkung auf die Reben praktisch ausgeschlossen werden kann. Damit bleibt allerdings offen, ob sich die deutlich erhöhten löslichen Kupfergehalte nicht bereits ungünstig auf die viel empfindlicheren Bodenmikroorganismen auswirken. Vorsicht ist zudem geboten, wenn in stark belasteten Rebbergböden andere Kulturen angepflanzt werden (QUINCHE, 1985).
- In den untersuchten Böden mit intensivem Kartoffelanbau lagen die Kupfertotalgehalte unterhalb des VSBo-Richtwertes von 50 ppm.

6. RESUME

Influence du cuivre d'origine anthropogène sur le sol et les plantes.

- Sur la base des différents effets biologiques du cuivre qu'on a observés dans le sol et dans des solutions nutritives, on a entrepris une étude pour juger les valeurs limite proposées dans l'Ordonnance sur les polluants du sol (OPS), et ceci pour le contenu en cuivre soluble.
- Les teneurs en cuivre extrait par une solution de NaNO₃ 0,1 M restent en-deçà des limites proposées pour lesquelles une action toxique sur le vignoble est à exclure; cela même dans le cas des teneurs extrêmes en cuivre total du sol des vignes. Mais la question reste ouverte de savoir si la teneur en cuivre soluble, clairement augmentée, n'a quand même pas une action négative sur les plus sensibles des microorganismes du sol. Une prudence est à observer lorsqu'on utilise des vignobles fortement contaminés pour y faire pousser d'autres plantes (QUINCHE, 1985).
- Dans des sols soumis à une culture intensive de pommes de terre, le contenu en cuivre total est resté en-dessous de la valeur limite de l'OPS de 50 ppm.

7. LITERATUR

- BERGMANN, W., 1983: Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen, Gustav Fischer Verlag Stuttgart.
- HAENI, H. and GUPTA, S., 1983: Total and biorelevant heavy metal contents and their usefulness in establishing limiting values in soils. CEC Seminar Stevenage, 121-129.
- HAENI, H. and GUPTA, S., 1985: Chemical methods for the biological characterization of metal in sludge and soil. 4th Int. Symposium "Processing and use of organic sludge and liquid agricultural wastes", CEC, Rome, 8-11 October (in press).
- KLOKE, A., 1982: Erläuterungen zur Klärschlammverordnung, Landw. Forsch. SH 39, 302-308.
- QUINCHE, J.P., 1985: Teneurs en cuivre, zinc, plomb, cadmium et mercure des sols de quelques vignes de la Suisse romande et du Tessin. Revue suisse Vitic. Arboric. Hortic. 17, 341-344.
- SCHNEIDER, M., CANDINAS, A. und DESAULES, A., 1984: Die Belastung der Böden mit Schadstoffen, Pilotprojekt NFP 22 "Nutzung des Bodens in der Schweiz".
- SCHEFFER/SCHACHTSCHABEL, 1982: Lehrbuch der Bodenkunde, Ferdinand Enke Verlag Stuttgart.
- STADELMANN, F.X., GUPTA, S., RUDAZ, A. und SANTSCHI-FUHRMANN, E., 1984: Die Schwermetallbelastung des Bodens als Gefahr für die Bodenmikroorganismen. Schweiz. Landw. Forsch. 23, 227-239.
- ZOBRIST, U. 1985: Untersuchungen über den Kupfergehalt in Rebbergböden und Böden mit intensivem Kartoffelanbau, Diplomarbeit am Schweizerischen Landwirtschaftlichen Technikum.

FRUCHTFOLGEFLÄCHEN UND DEREN REALISIERUNG

Ernst W. Alther, St. Gallen

Résumé

Selon l'article 13 de la loi fédérale sur l'aménagement du territoire, chaque commune a l'obligation de préserver et de garantir les surfaces réservées à l'assolement assignées aux cantons. Ces surfaces, qui ne figurent pas encore dans les plans directeurs cantonaux et communaux, sont situées - selon les législations anciennes - en majeure partie dans des zones de construction, alors qu'elles devraient être protégées et être intégrées en zones agricoles cantonales et communales. Pour satisfaire à la planification alimentaire 80 de la confédération, la surface d'assolement nécessite au moins 450'000 hectares de terres cultivables. Les sols de ces surfaces doivent être, en tant que couches vivantes, protégés. Seules les surfaces prioritaires et celles réservées à l'assolement, ainsi que les terres qui dans l'intérêt général sont à utiliser par l'agriculture, permettent d'assurer l'alimentation de notre population en temps de crise, de détresse et de guerre. Ces surfaces représentent environ 11% du territoire de la Suisse. Actuellement la surface des bonnes terres cultivables n'est que d'environ 200'000 hectares, celles-ci représentant à peine 5% de l'ensemble du territoire de notre pays. Il faut de ce fait accorder la plus grande importance à la protection quantitative du sol lors de travaux de planification futurs. Ce sera une des tâches primordiales de l'aménagement du territoire que de promouvoir l'équilibre entre les zones agricoles et les zones de construction. Par la suite, sur la base d'exemples de quelques communes de différentes altitudes de Suisse orientale, il sera montré quelles difficultés l'on rencontre, tant dans la réalisation des terrains appropriés que des surfaces d'assolements.

Der Ernährungsplan für Zeiten gestörter Zufuhr, EP 80, stellt eine Sachplanung des Bundes im Sinne Art. 13 des Bundesgesetzes über die Raumplanung (RPG) vom 22. Juni 1980 dar¹. Darin, wie auch in den Art. 3, 6, 13 und 16 des RPG werden drei Arten von Landwirtschaftsland genannt²:

- Land (bzw. Gebiete), das sich für die Landwirtschaft (oder den Gartenbau) eignet,
- Fruchtfolgeflächen (FFF), Sachplanung nach Art. 13,

- Land, das im Gesamtinteresse landwirtschaftlich genutzt werden soll.

Die nach Art. 13 des RPG raumplanerisch zu sichernden, den Kantonen bekanntgegebenen FFF müssen durch jede Gemeinde gewährleistet werden. In den Richtlinien der Kantone nach Art. 6-12 RPG sollen diese geeigneten Gebiete als auch die gemäss Sachplanung des Bundes erforderlichen FFF festgestellt und ausgewiesen werden. Die FFF sind mit raumplanerischen Mitteln (Richtpläne, Nutzungspläne, Planungszonen) zu erheben und auf Karten festzuhalten. Die Planungsstellen erheben die vorhandenen Flächen und weisen sie für den Kanton insgesamt und für die Gemeinden aus.

Zur Realisierung der für die EP 80. des Bundes notwendigen FFF werden im Minimum 450'000 Hektaren (ha) ackerfähiges Kulturland benötigt. Diese in kantonalen und kommunalen Richtlinien noch nicht enthaltenen Flächen liegen zu einem beträchtlichen Teil in Bauzonen nach altem Recht. Sie sollen jedoch durch kantonale und kommunale Landwirtschaftszonen geschützt werden. Denn nur die **Fruchtfolge- und Vorrangflächen**, wie auch das Land, das im Gesamtinteresse landwirtschaftlich genutzt werden soll, erlauben erst, die Ernährung unserer Bevölkerung in Not-, Krisen- und Kriegszeiten zu sichern. Diese Flächen würden rund 11% der Landesfläche der Schweiz decken³. Die gegenwärtig unter dem Pflug sich befindlichen rund 200'000 ha guten Ackerlandes erreichen heute kaum 5% der Landesfläche. Es ist deshalb eine der Hauptaufgaben der Raumplanung, bei heutigen und künftigen Planungsarbeiten dem **quantitativen Bodenschutz** grösstes Interesse entgegenzubringen.

Um den Gemeinden und den Kantonen diese Aufgabe zu erleichtern, haben die zuständigen Bundesämter die **Vollzugshilfe 1983**² geschaffen, an die der **Leitfaden 1985**⁴, Dokument 2 der BGS, BEURTEILUNG UND SCHUTZ DER BÖDEN, anknüpft. Damit gab man insbesondere den Gemeinden ein Arbeitsinstrument in die Hand, das ihnen die Ausscheidung von Fruchtfolgeflächen und Landwirtschaftszonen erleichtert. Die klaren und objektiven Kriterien bezüglich der Beurteilung ackerfähiger Böden wurden zu einer notwendigen Hilfe, um den Schutz besten Kulturlandes gegen Zweckentfremdung durchzusetzen. Insbesondere beim **Vorliegen von Bodenkarten**⁸ ist die Sicherung der gesamtschweizerisch benötigten Fruchtfolge- und Vorrangflächen auf den tatsächlich geeigneten Böden gewährleistet. Als sehr nützlich hat

sich der Leitfaden bei der Lösung von Konflikten in Bauzonen nach altem Recht, sowie bei Beurteilungen von Rück- und Umzonungen in die Landwirtschaftszone erwiesen. Schwierigkeiten treten immer erst dann auf, wenn bei nachfolgenden politischen Entscheidungen die erarbeiteten Ergebnisse durchkreuzt und die heute noch vorhandenen Fruchtfolgeflächen in ihrer Ausdehnung geschmälert werden. Solche Verhältnisse werden in der Folge für einzelne Gemeinden der Kantone St. Gallen und Appenzell A.Rh. beleuchtet.

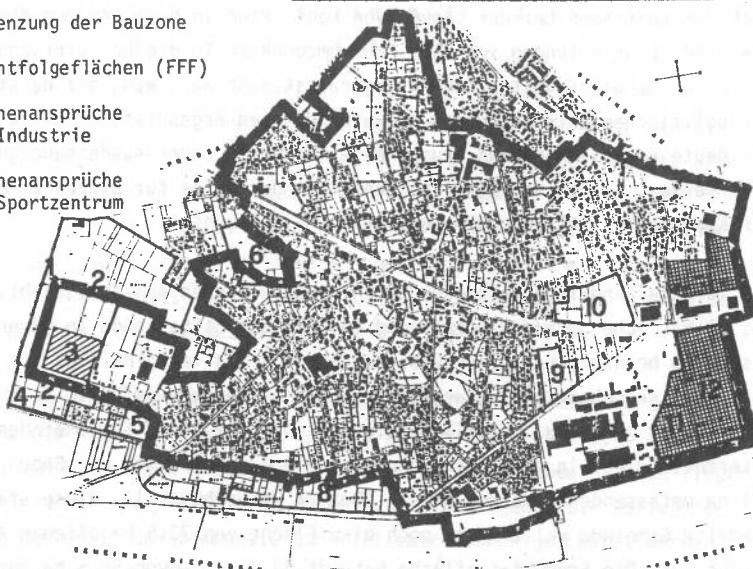
Die für die Landwirtschaft geeigneten Gebiete liegen aus topographischen und klimatischen Gründen vorwiegend im kollinen Mittelland. In jenen Landesteilen beanspruchen diese Gebiete über 80% des Terrains. Das von uns gewählte Untersuchungsgebiet weist nur am Rande Landwirtschaftsland 1. Priorität (sehr guter Ackerbau, unter 18% Neigung) auf, wie Böden in Gemeinden des Unterrheintales. In die Untersuchung miteinbezogen wurden die Böden der 421 ha umfassenden Gemeinde Widnau (Bezirk Unterrheintal). Diese stark besiedelte Gemeinde weist heute noch eine Fläche von 73,5 ha offenen Ackerlandes auf. Die Fruchtfolgefläche beträgt 59,2 ha, wovon 56,5 ha zur Kategorie "Landwirtschaftsland 1. Priorität" mit folgenden Böden sehr guter Fruchtbarkeit gehören:

- karbonathaltiger Fluvisol,
- schwach stagnogleyiger, karbonathaltiger Fluvisol,
- schwach gleyiger, karbonathaltiger Fluvisol.

Es handelt sich um sehr gutes Acker- und Wiesland, für Obst und Gemüsebau ebenfalls gut geeignet. Von diesem vielseitig nutzbaren, rund 59 ha umfassenden Landwirtschaftsland 1. Priorität sollen jedoch 16 ha für Industriebauten und ein kantonales Sportzentrum beansprucht werden, was die Fruchtfolgefläche um 27% schmälern würde (vgl. Abb. 1, Gemeindeübersicht Widnau). Südlich dieser an den Rhein und Österreich grenzenden Gemeinde breiten sich die flachgründigen und trockenen Rohfluvisole, die alluvialen Gleye sowie saure bis neutrale Moorböden des Meliorationsgebietes aus, die sich für den Futterbau eignen und deshalb als **Vorrangflächen** in die landwirtschaftliche Nutzung miteinzubeziehen sind⁵. Ausweichmöglichkeiten in die Nachbargemeinden sind keine vorhanden, nachdem der ursprünglich gedachte Trenngürtel zwischen den Gemeinden Au, Berneck, Balgach und Widnau - mit Ausnahme der meliorierten Gebiete - nahezu zum Siedlungsgebiet wurde. Das Aufgehen dieses Trenngürtels bester ackerfähiger Böden in die Siedlungsfläche ist ein weiterer Beitrag an die jährlichen Verluste von 3500 ha landwirtschaftlichen Bodens in der Schweiz⁶.

Legende:

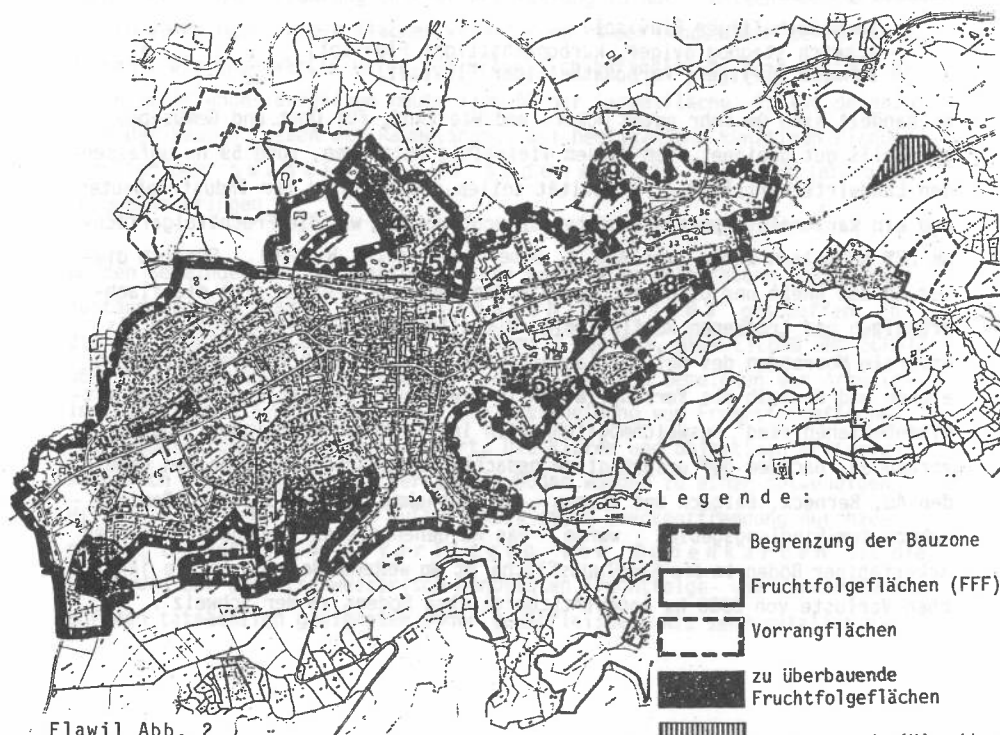
-  Begrenzung der Bauzone
-  Fruchtfolgeflächen (FFF)
-  Flächenansprüche der Industrie
-  Flächenansprüche für Sportzentrum



Widnau. Abb. 1

Mst. ca 1:28'000

FRUCHTFOLGEFLÄCHEN INNERHALB DER BAUZONE



Legende:

-  Begrenzung der Bauzone
-  Fruchtfolgeflächen (FFF)
-  Vorrangflächen
-  zu überbauende Fruchtfolgeflächen

Flawil Abb. 2

Zur Beleuchtung der Situation auf einer Höhe von 480 - 600 m ü.M. wurde - mit überwiegender ackerfähiger Fläche auf 490 - 500 m beidseitig des Laufes der Thur - die Gemeinde Oberbüren (Bezirk Wil) in die Untersuchung miteinbezogen. Von den 1773 ha Gesamtfläche liegen heute 1084 ha oder 61% in der Landwirtschaftszone. Die vorhandenen Fruchtfolgeflächen sind in das Landwirtschaftsland 2. Priorität einzustufen und umfassen Böden sehr guter Fruchtbarkeit (Stufe 3 mit 123 ha), ausnahmsweise auch solche der Fruchtbarkeitsstufe 4 (gut fruchtbar mit 284 ha). Dieses Land schliesst auch (mit 111 ha) die Futterbau-Vorrangflächen mit ein. Innerhalb der Bauzone liegen 3,25 ha der Stufe 3 und 4,45 ha der Stufe 4. Gemessen an der Gesamtfläche von 128,6 ha machen diese 7,7 ha heute 6% der Bauzonenfläche aus; doch wird sich diese Fläche wieder auskorrigieren, nachdem Rückzonungen in die Landwirtschaftszone bevorstehen. Auch liegt innerhalb der Bauzone noch eine Reserve von ca. 27 ha für künftige Bauvorhaben frei, abzüglich der Flächen für öffentliche Bauten. Die Vertreter der besten noch vorhandenen Fruchtfolgeflächen gehören den schwach entwickelten bis entwickelten Parabraunerden und diffusen Braunerden [Cambisole] an. Es wird nun von den politischen Entscheidungen des Gemeinderates abhängen, ob die ausgewiesenen Fruchtfolgeflächen in ihrer Ausdehnung nicht mehr geschmälert werden.

Als der nächsten Höhenstufe von 600 - 750 m ü.M. zugehörig wurde das Gebiet der Gemeinde Flawil (Bezirk Untertoggenburg) untersucht. Es sind wiederum die diffusen und schwach stagnogleyigen Braunerden (Cambisole), die als beste Fruchtfolgeflächen in der Gemeinde noch vorhanden und unüberbaut sind. Dieses Landwirtschaftsland 2. Priorität hat eine Ausdehnung von 59,6 ha, wovon 17,4 ha meist diffuser Braunerde in der Bauzone liegen (Abb. 2). In zunehmendem Masse treten die Vorrangflächen in Erscheinung; mit 125 ha sind sie zu 68% an den vorhandenen Bodenfruchtbarkeitsstufen 3 und 4 (total 184,6ha) beteiligt. Nach Vegetationsdauer, Bearbeitbarkeit, Hangneigung und Geländeform liegt das Schwergewicht der unter allen Umständen zu schützenden FFF in den in der Bauzone liegenden 17,4 ha. Nach jüngster Beurteilung durch den Planungsausschuss der Gemeinde sollen davon für Bauvorhaben 12,5 ha in der Bauzone verbleiben, was einem Verlust von rund 72% der FFF innerhalb dieser Zone gleichkommt. Ausserhalb der Bauzone liegen am Rande einer im Abbau begriffenen Kiesgrube 2,5 ha noch verbliebene Parabraunerden, deren Schutz durch dieselbe Beurteilung des Planungsausschusses nicht mehr gewährleistet ist, es sei denn, der Gemeinderat spreche für den Schutz der FFF.

Diese Verhältnisse zeigen bereits deutlich, dass der Flächenschutz auch auf die **futterbaulichen Vorrangflächen** ausgedehnt werden muss, die naturgemäss im Hügelland und im Alpenvorland liegen. Aus diesem Grunde wurden Böden von zwei weiteren Gemeinden der Höhenstufe 700-900 m ü.M. in die Untersuchung miteinbezogen, um abzuklären, ob sich ein weiterer Anteil an Fruchtfolgeflächen im Hügelland und in den tiefliegenden Alpentälern finden liesse. Es geht dabei nicht um die Phaeozeme trockener Alpentäler, deren Fläche im Gebirgsackerbau ziemliche Bedeutung zukommt⁷, sondern um die ebenen bis schwach geneigten Braunerden und Sauren Braunerden im Hügel- und im Alpenvorland, wo Acker- und Obstbau möglich ist⁸. Von noch grösserer Bedeutung in diesen Gebieten sind die futterbaulichen Vorrangflächen, die im Hinblick auf Not-, Krisen- und Kriegszeiten ebenso den Schutz vor Überbauung oder anderer Zweckentfremdung benötigen. Flächen in dieser Höhenstufen finden sich im Gebiete der mittelländischen als auch subalpinen Molasse des Kantons St. Gallen als auch im angrenzenden Kanton Appenzell A.Rh.

Appenzell A.Rh. kam 1945 einer Anbaupflicht von 1055 ha nach, mit dem Hauptgewicht auf Brotgetreide (335 ha), Futtergetreide (281 ha) und Kartoffeln (328 ha). Wie in den meisten Bergkantonen ist sowohl die Zahl der Landwirtschaftsbetriebe als auch jener mit einer Ackerfläche stark abgesunken. In der in die Untersuchung miteinbezogenen **Gemeinde Herisau** sank von 1943 bis 1965 die Zahl der Landwirtschaftsbetriebe von 338 auf 261, deren offene Ackerfläche von 139 auf 9 ha. Demgegenüber nahm die Bauzone der Gemeinde im vergangenen Jahrzehnt stark zu und beträgt heute 487 ha, wovon 125 ha noch unüberbaut sind. Wenn heute auch eine Reduktion der Bauzone um 60-70 ha angestrebt wird, so trifft die damit vorgesehene Rückzonung keineswegs die wenigen noch vorhandenen Fruchtfolgeflächen, die am Rande der expandierenden Industriegebiete liegen (vgl. Abb. 3, Ausschnitt aus dem Übersichtsplan mit der Situation der vorkommenden Bodenformen). Am Beispiel des daneben liegenden, ebenfalls in der Bauzone auf 780 m ü.M. sich befindenden Landwirtschaftsbetriebes der Kantonalen Psychiatrischen Klinik wurden zwei Varianten der während der vergangenen Jahre erprobten Fruchtfolgen für diesen 24,4 ha (ohne 12 ha Waldfläche) umfassenden Gutsbetrieb⁹ herausgearbeitet:

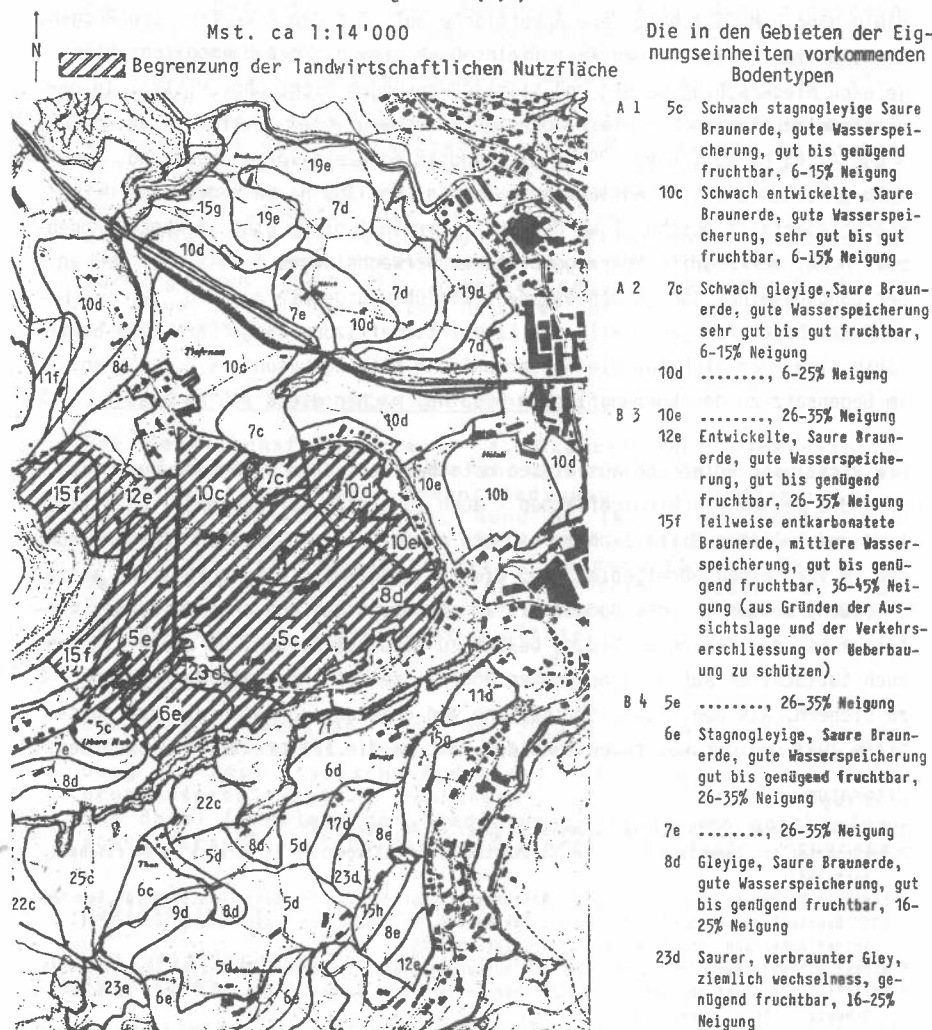
	Var. 1:	Var. 2:
1. Jahr	Mais, Rüben	Kartoffeln
2. Jahr	S-Gerste, W-Weizen	W-Gerste, W-Weizen
3. Jahr	Kartoffeln	Rüben, Mais
4. Jahr	Wintergerste	Sommergerste
5. Jahr	Kunstwiese	Kunstwiese
6. Jahr	Kunstwiese	Kunstwiese

Beurteilung der Bodenform im Hinblick auf die standortgerechte Bodennutzung. Kartographische Darstellungen FAP 1032 und 1033

Bodenqualität: Eignungsbereiche der Bodeneigenschaften zur Ausscheidung von Fruchtfolgeflächen und Landwirtschaftszonen

A = FFF2 (Landwirtschaftsland 2. Priorität). Intensiver bis sehr guter Naturfutterbau, Acker- und Obstbau möglich in schwach geneigten (1, bis 25%), bis ziemlich geneigten Lagen (2).

B = FFF3 und Futterbau-Vorrangflächen (Landwirtschaftsland 2. Priorität). Gute Naturwiese in Notzeiten z.T. ackerbaulich genutzt (3,4).



Herisau Abb. 3

Unter solchen Voraussetzungen sind Fruchtfolgen auch auf dieser Höhenstufe durchaus möglich, bei Erträgen wie 500 dz/ha Kartoffeln, 40 dz/ha Sommergerste, 46 dz/ha Winterweizen und selbst Erdbeeren von 150 kg/a. Ähnliche Verhältnisse fanden wir auf Betrieben der benachbarten st.gallischen Gemeinde Degersheim, wo wiederum auf Böden der entwickelten Sauren Braunerde als auch der diffusen Braunerde mittlerer Wasserspeicherung eine Fruchtfolge ähnlicher Art mit guten Erträgen möglich sind. Ein 31 ha umfassender Betrieb weist auf 810 m Höhe ü.M. 5,4 ha offene Ackerfläche auf, mit den Ackerfrüchten Roggen, Korn, Weizen, Silomais und Kartoffeln. Doch sind diese Anbaumöglichkeiten je nach Niederschlagsmengen und Klimaschwankungen nicht ohne Risiko. In der Gemeinde Herisau machen diese Böden guter bis sehr guter Fruchtbarkeit (Stufen 3 und 4) 63 ha aus, wovon 29 ha als Industriegebiete vorgesehen sind. Umso mehr gewinnen die Vorrangflächen im Ausmass von 353 ha an Bedeutung, deren Fläche ebenfalls geschützt werden muss. Terminologisch gibt im Kanton Appenzell A.Rh. der Begriff Vorranggebiete zu Verwechslungen Anlass. Mit dem an der Landsgemeinde 1985 beschlossenen Einführungsgesetz zum RPG¹⁰ wurde diese Bezeichnung für jene Teile der Landwirtschaftszone eingeführt, "die ackerfähig sind oder sich für die futterbauliche Nutzung besonders gut eignen". Im Gegensatz zu den Vorrangflächen (353 ha) machen diese 710 ha aus.

Die wichtigste Folgerung aus diesen ostschweizerischen Untersuchungen ist, dass die besten Fruchtfolgeflächen - auch zu Lasten der Bauzone - im Mittelland und kollinen Mittelland zu sichern sind. In der hügeligen Übergangszone und im voralpinen Hügelgebiet sind die FFF mengenmässig zurückhaltend auszuscheiden. Weiter ist die Bodenqualität als wichtiges und entscheidendes Kriterium bei der FFF-Ausscheidung besser zu berücksichtigen, um diese Flächen auch tatsächlich auf den geeigneten Böden - selbst innerhalb der Bauzone - zu sichern. Als Wegleitung für Kantone und Gemeinden genügen die Vollzugshilfe 1983 und der Leitfaden 1985 der BGS, um die FFF praktisch umzusetzen.

Literatur:

- 1 Bundesamt für wirtschaftliche Landesversorgung: EP 80, Bern 1982
- 2 Bundesämter für Raumplanung und für Landwirtschaft: Vollzugshilfe im Bereich Landwirtschaft. Bern 1983
- 3 Frei E.: Der Boden als Grundlage der Nahrungsmittelproduktion. Jb Geogr.Ges. 55, 88/89, Bern 1986
- 4 BGS: Beurteilung und Schutz der Böden. Dokument 2, Leitfaden zur Ausscheidung von Fruchtfolgeflächen und Landwirtschaftszonen. Zürich 1985
- 5 Alther E.: Bodenkundliche Grundlagen zur Nutzung meliorierter Böden. St.Galler Bauer 11, 1985
- 6 Häberli R.: Verlust an landwirtschaftlicher Kulturfläche in den Jahren 1942-1967. Raumplanung Schweiz 2, DJJP, Bern 1975
- 7 Frei E.: Phaeozem in einigen trockenen Alpentälern der Schweiz. Zschr. Pflern. & Bkde 143, 3, 324, 1980
- 8 FAP: Bodenkarten 0052-54, 0060-62, 0066-68 & 1032-1034. Zürich 1973 bis 1975
- 9 Pers. Mitteilung des Gutsverwalters N. Salzmann, die hiemit bestens verdankt sei.
- 10 Kanton Appenzell A.Rh.: EG zum RPG vom 18. Februar 1985, 721.1

JAHRESBERICHT / RAPPORT D'ACTIVITE 1985/86

1. Tagungen und Exkursionen

1.1 Jahrestagung

Im Jubiläumsjahr 1985 fand die sich in einigen Punkten vom üblichen Rahmen unterscheidende Jahrestagung am 6. März in Bern statt. Der Höhepunkt dieser Jubiläumstagung bildete die Vernissage der Ausstellung "Boden - bedrohte Lebensgrundlage?", welche mit dem Besuch von Bundespräsident Dr. Kurt Furgler beehrt wurde. Die sich an einen weiteren Interessenkreis richtende wissenschaftliche Sitzung widmete sich ausschliesslich aktuellen Bodenproblemen. Nach 4 Übersichtsreferaten von Mitgliedern zu wichtigen Problemen sprach Nationalrat Urs Nussbaumer im Hauptreferat über den Problemkreis Landwirtschaft und Raumplanung. Wichtige Traktanden der Generalversammlung waren die Neugründung der Arbeitsgruppe Boden-Pflanzenbeziehungen und die Neuwahl des Vorstandes. Besonders durften wir uns auch freuen über die Gratulationsadresse von Prof. W. E. Blum, dem Präsidenten unserer österreichischen Schwestergesellschaft.

1.2 Symposium im Rahmen der SNG-Jahrestagung

Die Gesellschaft führte am 4. Oktober 1985 gemeinsam mit der Schweizerischen Geomorphologischen Gesellschaft ein Symposium zum Thema Bodenschädigung und Bodenzerstörung durch den Menschen durch. Rund 50 Teilnehmer hörten sich 6 Vorträge zu den Themen Bodenverdichtung, Bodenerosion, Boden und Ertragssteigerung, Schadstoffe in Böden und der Rekultivierung landwirtschaftlicher Böden an. Die Ergebnisse dieses Symposiums werden als Dokument Nr. 3 der BGS noch in diesem Jahr publiziert.

1.3 Jahresexkursion

Die Jahresexkursion fand am 30./31. August 1985 in der Region Basel statt. Ihre Themenbereiche waren die Bodenbildung auf Löss, typische Böden des Tafeljuras und die Bodenerosionsproblematik. Führungen durch den Stadtgärtner von Basel (Probleme der Stadtbäume) und in der agrobiologischen Versuchsstation der Sandoz ergänzten dieses Programm.

2. Publikationen

Die Gesellschaft hat im Jahr 1985 drei Publikationen herausgegeben:

1. Bulletin Nr. 9: 10 Jahre BGS 1975 - 1985, Referate und Ausstellungsbeiträge zur Jubiläumstagung vom 8. März 1985 in Bern. Zürich 1985, 89 S.

2. Beurteilung und Schutz der Böden: = BGS Dokument Nr.2, Zürich 1985, 52 S.

3. Boden - bedrohte Lebensgrundlage? Broschüre zur Ausstellung der BGS. Aarau 1985, 84 S.

3. Internationale Beziehungen

Im Zentrum unserer internationalen Beziehungen stand auch 1985 die Vorbereitung der Alpenexkursion mit der Internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft im Sommer 1986. Der Vorbereitung dienten insbesondere eine Sitzung mit dem Präsidenten der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft und die gemeinsame Exkursion mit den österreichischen Kollegen vom 19. - 23. August 1985, die der Diskussion sämtlicher Exkursionsprofile in der Schweiz und in Österreich diente. Die internen Vorbereitungen beschäftigten sich vor allem mit der Bearbeitung des Exkursionsführers.

Wie üblich nahmen auch mehrere unserer Mitglieder an der Jahrestagung der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft teil.

4. Ausbildung und Information

Die auf das Jubiläumsjahr konzipierte Ausstellung "Boden - bedrohte Lebensgrundlage?" ist seit der Vernissage im Frühjahr in Bern auf der Wanderschaft durch die ganze Schweiz. Sie wurde bisher z.B. in Bern, Zürich, Baden, Frauenfeld, Lausanne, Nyon, Sierre, Genf, Basel, Biel, Solothurn und Glarus gezeigt und wird während mindestens zweier weiterer Jahre ununterbrochen unterwegs sein. Im Zusammenhang mit der Ausstellung steht eine intensive regionale Informationstätigkeit einzelner unserer Mitglieder am jeweiligen Ausstellungsort (Presseartikel usw.). Dem gleichen Zweck dient auch die Verbreitung der Broschüre "Boden - bedrohte Lebensgrundlage?", die im Oktober erschienen ist.

5. Administrative Tätigkeit

Es fanden im Jahre 1985 drei Vorstandssitzungen und eine Reihe von Arbeitsgruppensitzungen statt. Viele administrative Probleme wurden wie üblich per Telefon geklärt.

6. Mitgliederzahl

Per 1.1.86 umfasste die Gesellschaft 190 Einzel- und 11 Kollektivmitglieder.

Basel, den 8. Februar 1986

Th. Mosimann
Präsident

Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz
Ad hoc Arbeitsgruppe IBG/ISSS Exkursion 1986

Information über die IBG/ISSS Exkursion 1986

(Alpentransversale Schweiz/Oesterreich)

Die gemeinsame Nachexkursion der Schweizerischen und Oesterreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft anlässlich der Tagung der IBG/ISSS in Hamburg findet vom 22.-29. August 1986 statt. Damit soll ein Einblick in die typischen und vielfältigen Bodenlandschaften des Alpenraumes der beiden Länder vermittelt werden.

Aus aktuellen Aufgabenstellungen und auf der Basis von bisherigen Forschungsergebnissen werden bodenkundliche Probleme an ausgewählten Profilen zur Diskussion gestellt.

Schwerpunkte bilden:

- Wasserhaushalt- und Strukturprobleme in einer Rendzina auf dem Weissenstein (SO)
- Bodenbildung und Wasserhaushalt in einer rubefizierten Parabraunerde bei Orbe (VD)
- Bodeneigenschaften und waldbauliches Handeln auf einem Podsol bei Malters-Schwarzenberg (LU)
- Bodenbildung auf Dolomit mit Rohhumusauflage bei Klosters (GR)
- Chrom- und Nickeldynamik in einer sauren Serpentin-Braunerde bei Davos-Wolfgang (GR)
- Podsolbildungen oberhalb der Waldgrenze auf Muottas Muragl (GR).

An den Exkursionsvorbereitungen, den Untersuchungen der Bodenprofile und der Darstellung der Ergebnisse waren viele Kollegen und Mitarbeiter beteiligt. Mit ihrem grossen Einsatz in Gelände, Labor und Büro trugen sie alle zum guten Gelingen der Vorbereitungsarbeiten bei. Ihnen allen sei an dieser Stelle recht herzlich gedankt.

Der Exkursionsführer liegt im Manuskript in englischer Sprache vor. Die Erstellung einer deutschen Fassung ist mit geringem Aufwand möglich und wird in Erwägung gezogen. Während der Vorexkursion (18.-23.8.85) wurde das achttägige Programm in fünf Tagen abgewikkelt. Für den schweizerischen Teil hat sich das gewählte Konzept gut bewährt.

Viele Details sind bis zum August noch vorzubereiten. Die internationale Beteiligung an der Exkursion verspricht aber einen interessanten und für unsere Tätigkeit fördernden Gedankenaustausch mit ausländischen Bodenkundlern.

Birmensdorf, 25. Februar 1986

P. Lüscher

BERICHTE DER ARBEITSGRUPPEN / RAPPORTS DES GROUPES DE TRAVAIL

1. Arbeitsgruppe KLASSIFIKATION und NOMENKLATUR

Die Arbeitsgruppe hat sich im vergangenen Jahr zu einer Sitzung getroffen. Traktanden waren Absprachen im Zusammenhang mit den Vorbereitungen der Profile für die ISSS/IBG Exkursion, einen kurzen zusammenfassenden Rückblick auf die Exkursionen des Vorjahres (Parabraunerden unter Wald) sowie eine längere Diskussion über den Anwendungsbereich und die Definitionen von sogenannt "diagnostischen Horizonten".

Das Jahresziel, nämlich der Abschluss und die Abfassung der auf schweizerische Verhältnisse zugeschnittenen Definitionen der "diagnostischen Horizonte" konnte nicht erreicht werden. Rund die Hälfte der Mitglieder der Arbeitsgruppe war und ist an den Vorbereitungen für die ISSS Exkursion mitbeteiligt. Immerhin konnten anlässlich der Vorexkursion im Gelände verschiedene offene Fragen erörtert werden.

Auch 1986 werden unsere Arbeiten nur in einem reduzierten Rahmen stattfinden können, da sie wiederum durch Tätigkeiten für die internationale Exkursion im August (22.-25.) beeinträchtigt werden.

Birmensdorf, 25. Februar 1986

P. Lüscher

2. Groupe de travail LYSIMETRES

Le groupe "lysimètre" compte 12 membres actifs, il s'est réuni à Changins et à Liebefeld en 1985. Comme il vous en a été fait part l'année dernière, le groupe prépare une publication sur les installations lysimétriques en service en Suisse. Il s'agit d'abord de présenter les différentes installations et leur caractéristique ainsi que les buts de recherches. De plus, il a été décidé de fournir pour chacune des installations une série de tableaux résumant la pluviométrie journalière comparée aux quantités d'eaux drainées ainsi qu'à l'évapotranspiration.

Conscients que les quantités d'eaux drainées peuvent intéresser d'autres milieux que ceux de l'agriculture ou de la météorologie, nous envisageons la possibilité de publier, chaque année, un rapport des différentes installations. Quant à la publication proprement dite, elle doit contenir des explications sur les différentes mesures réalisées, ainsi que sur les degrés de précision de celles-ci.

Le réseau des lysimètres suisses est réparti sur 8 sites différents, à ce jour on compte 145 cuves en service, dont 22 sont pesées.

D'une manière générale on peut relever qu'il y a deux types d'intérêt dans l'exploitation des données des lysimètres, soit les bilans d'eau et les bilans de fertilisants. Ces deux objectifs de recherches doivent contribuer à assurer la meilleure gestion possible de l'eau et des fertilisants.

J-P. Ryser

3. Groupe de travail ZOOLOGIE DU SOL

La fonction principale du groupe de Zoologie du sol est de maintenir le contact entre les trois Instituts qui travaillent actuellement dans ce domaine en Suisse : Zoologie Berne (Dr. J. Zettel, P.D), Zoologie Neuchâtel (Prof. Dr. W. Matthey), Phytîatrie EPF Zürich (Dr. Bieri).

En 1986, l'activité a été axée sur l'élaboration d'un programme de recherche commun dans le cadre du Projet national 22 (Utilisation du sol en Suisse). Le thème concerne les animaux bioindicateurs du sol. On ne connaît pas encore la décision définitive du Fonds national à l'égard de notre requête.

Willy Matthey.

4. Arbeitsgruppe BODENSCHUTZ

Hauptereignis dieses Berichtsjahres war das Erscheinen des Dokumentes Nr. 2 der BGS "Beurteilung und Schutz der Böden" in deutscher Fassung mit 4'500 Exemplaren und mit 2'000 Exemplaren in französischer Uebersetzung unter dem Titel "Estimation et protection des sols".

Jede schweizer Gemeinde sowie die zuständigen kantonalen Verwaltungsstellen wurden mit einem Exemplar bedient. Die Drucklegung kam mit finanzieller Unterstützung der Bundesämter für Raumplanung, Landwirtschaft und wirtschaftliche Kriegsvorsorge zustande.

Obwohl die Sachplanung des Bundes, welche dieser gestützt auf Art. 13 des eidgenössischen Raumplanungsgesetzes, RPG, erarbeitet hat, den Kantonen bezüglich der Sicherung minimaler Fruchtfolgeflächen 1980 rechtzeitig mitgeteilt wurde, kam der Bodenschutz in der Raumplanung äusserst mühsam voran. Dies bewog die Bundesämter für Raumplanung und Landwirtschaft 1983 eine sogenannte Vollzugshilfe im Bereich Landwirtschaft herauszugeben, um nochmals den Auftrag zur Sicherung geeigneten landwirtschaftlichen Bodens zu unterstreichen. Dabei blieben jedoch noch etliche Fragen offen.

Der 1985 von der BGS herausgegebene Leitfaden erlaubt eine umfassende Beurteilung von ackerfähigen Böden, namentlich mit Hilfe von Bodenkarten. Er zeigt auch, wie die Gemeinden vorgehen sollen, um ihre Böden - und insbesondere die Fruchtfolgeflächen - im Sinne der Anbauplanung des Bundes zu schützen. Die Schrift legt deshalb grosses Gewicht auf den Vollzug des Bodenschutzes. Zeitlich traf die Schrift genau in das Stadium der anlaufenden und intensivierten Arbeiten der Kantone und der Gemeinden, die bis 1987 ihre Nutzungsplanungen dem neuen eidgenössischen Raumplanungsgesetz anzupassen haben.

Ein Vergleich, wie die einzelnen Kantone bei der Sicherung ihrer Fruchtfolgeflächen vorgehen, zeigt, dass das Dokument Nr. 2 hier eine bisherige Lücke füllt und zur Klärung beiträgt.

Ernst W. Alther möchte ich für die Leitung während der Entstehung dieser Schrift und die zahllosen Stunden, die er für den Druck und den Vertrieb geopfert hat, meinen herzlichsten Dank aussprechen.

Die Bemühungen der Arbeitsgruppe im Bereich des quantitativen Bodenschutzes wurden auch über das bisher erschienene Dokument Nr. 1 der BGS "Kiesabbau und Landwirtschaft" hinaus fortgesetzt.

Richtete sich Dokument Nr. 2 "Schutz der Böden" direkt an die Öffentlichkeit, so ist Dokument Nr. 1 "Kiesabbau und Landwirtschaft" auch an die Unternehmer des Kiesabbaues gerichtet. Hier zeigte sich, dass es auch bei Meinungsverschiedenheiten bezüglich der Bodennutzung für den Interessenausgleich wichtig ist, das Gespräch mit der Unternehmerschaft fortzusetzen. In diesem Sinne hat sich der Ausschuss der Arbeitsgruppe bereit erklärt, den Entwurf einer Broschüre, welche der Initiative des Fachverbandes für Sand und Kies (FSK) entsprang, unter dem Arbeitstitel "Kulturland und Kiesabbau" als Experten und Begutachter mitzuwirken. Eine Delegation der Gruppe Bodenschutz arbeitet in rechtlich unverbindlicher Form mit dem FSK zur Erarbeitung eines erweiterten Rekultivierungsdokumentes zusammen, wobei keinerlei Absprachen über Art und Weise der Publikation getroffen wurden.

Beim Vorliegen eines bereinigten Entwurfes wird der Vorstand der BGS darüber zu befinden haben.

Neben dem bisherigen Schwergewicht des qualitativen Bodenschutzes hat sich die AG im Berichtsjahr vorgenommen, sich vermehrt auch mit dem quantitativen Bodenschutz zu befassen. Im Folgenden seien die geplanten Aktivitäten für das kommende Geschäftsjahr stichwortartig aufgelistet:

- Orientierung über die Arbeiten in der Gruppe Bodenzöologie
- Walddüngung
- Verteilung und Akkumulation von Schwermetallen und organischen Schadstoffen in verschiedenen Ökosystemen; Wirkung dieser Schadstoffe auf die Ökosysteme
- Pestizide
- Maisanbau - Bodenverdichtungsprobleme
- Anthropogene Einflüsse auf Pilze

In diesem Zusammenhang sind im Frühling 1986 zwei Exkursionen zur Ciba-Geigy nach Basel und in die Kerichtverwertungsanlage Zürcher-Oberland in Hinwil geplant.

Für die ganze Arbeitsgruppe fanden während des Berichtsjahres 4 halbtägige Sitzungen statt sowie 4 Sitzungen des Ausschusses.

5. Arbeitsgruppe AUSBILDUNG und INFORMATION

Dies ist kein Tätigkeits-, sondern ein Lagebericht, denn die Arbeitsgruppe hat im Berichtsjahr nicht getagt. In der vorangegangenen Berichtsperiode wurden von den Herren Prof. Dr. J.J. Oertli und Dr. K. Peyer je ein Entwurf einer Diaserie über "Pflanzenernährung und Boden" bzw. über "Böden der Schweiz" zur Diskussion gestellt. Neben diesen Ansätzen im Rahmen der Arbeitsgruppe waren die meisten Mitglieder dieser Arbeitsgruppe intensiv an der Ausarbeitung und der Präsentation der BGS-Ausstellung beteiligt. Der Erfolg dieser Ausstellung zeigt mit aller Deutlichkeit, dass die Information ein Anliegen aller sein muss und nicht die Aufgabe einer Arbeitsgruppe sein sollte.

Der Berichterstatter hat Anfang Januar 1986 die Mitglieder aufgefordert, sich für die Leitung und Reanimation der Arbeitsgruppe zur Verfügung zu stellen. Bis heute hat sich niemand gefunden, der diese Aufgabe übernehmen könnte. Dies ist ein Spiegel unserer Bodenkundlichen Gesellschaft: zu wenige haben sich mit zu vielen Funktionen belastet. Die Aufgaben, welche sich die Mitglieder der Gesellschaft entweder selbst stellen oder an sie gestellt werden, können zum Teil nicht mehr erfüllt werden. Gestützt auf diese Diagnose stelle ich im Rahmen dieses Berichtes folgende Anträge:

- a) Auflösung der Arbeitsgruppe
- b) Wenn der erste Antrag durch die GV verworfen wird, reiche ich meinen Rücktritt als Vorsitzender der Arbeitsgruppe ein und fordere die GV auf, das Amt neu zu bestellen.

Hannes Flühler

Anmerkung des Redaktors

Die Generalversammlung vom 7. März in Genf stimmte dem Antrag b) zu. An Stelle von Prof. Flühler wurde Dr. Roland Bono, Basel zum Vorsitzenden der Arbeitsgruppe bestimmt.

6. Arbeitsgruppe KOERNUNG und GEFUEGE

Die Mitglieder der Arbeitsgruppe haben bereits früher beschlossen, sich weiterhin vorallem mit methodischen Fragen der Körnung und des Gefüges von Böden auseinanderzusetzen. Eine von E. Kramer ausgearbeitete Umfrage zum Thema "Bodengefüge" konnte an Institute des In- und Auslandes verschickt werden. In diesem Fragebogen stehen die Parameter zur quantitativen und qualitativen Erfassung von Gefüge und Bodenstruktur im Vordergrund. Eine definitive Auswertung der eingegangenen Antworten soll in nächster Zeit erfolgen.

Neben dieser methodischen Erhebung des Bodengefüges wird sich die Arbeitsgruppe mit der Beschreibung der Fühlprobe der einzelnen Bodenarten und der Probevorbereitung noch zu befassen haben.

Leider ist das Präsidium seit dem Hinschied von Dr. Rod verwaist, die Mitglieder werden in ihren Reihen einen neuen Präsidenten finden müssen. Trotzdem die Aktivität der Arbeitsgruppe weniger gross war als in früheren Tagen, danken wir allen Kollegen, welche uns tatkräftig unterstützt haben.

Der Berichterstatte:

A. Siegenthaler

7. Arbeitsgruppe BODEN-PFLANZEN-BEZIEHUNGEN

Die Arbeitsgruppe Boden-Pflanzen-Beziehungen traf im Berichtsjahr zu zwei Sitzungen zusammen. Ein erstes Treffen fand am 10. Juli 1985 in der Forschungsanstalt Liebefeld statt. Anwesend waren M. Baumgartner, A. Palasthy, M. Jozic, U. Walther, S. Gupta, R. Frossard, A. Siegenthaler, R. Gilomen, J.J. Oertli. Als Gast nahmen Prof. Dr. H. Lips und Frau teil. Entschuldigt haben sich die Herren Ch. Gysi und H. Schüepp.

Die Arbeitsgruppe wählte J.J. Oertli zum Präsidenten. Dieser nahm das Amt für höchstens ein Jahr an. E. Mathys wurde zum Sekretär gewählt.

Die Gruppe hatte keine Schwierigkeiten, mögliche Tätigkeitsbereiche zu finden. Aus recht zahlreichen Vorschlägen wurde schliesslich mehrheitlich das Phosphatproblem im Sinne von P-Erosion und Eutrophierung als wichtiges Problem gewählt, das auf die Bodenkunde zukommen werde. Es wurde dann entschieden, einen Fragebogen zu entwerfen, aus dem Stellungnahme zum Problem und allfällige Mitarbeit bei einem Symposium und/oder bei einer Standortsbestimmung hervorgehen sollte. Da solche Arbeiten in den Bereich Information fallen, muss eine Zusammenarbeit mit der entsprechenden Arbeitsgruppe gesucht werden.

Anschliessend an die Sitzung hielt Prof. Lips ein Kurzreferat über den Kaliumkreislauf in Pflanzen. Darauf wurde die Forschungsanstalt besichtigt, und eine kleine Exkursion brachte uns auf die Versuchsfelder.

Die zweite Sitzung fand am 12. Dezember 1985 in Zürich statt. Teilnehmer waren E. Mathys, M. Lanfranchi, A. Palasthy, M. Jozic, U. Walther, J.-P. Ryser, U. Schleiff, U. Schmidhalter, R. Frossard, J.J. Oertli. H. Schüepp war durch eine Mitarbeiterin vertreten. Entschuldigt waren Ch. Gysi, M. Baumgartner, A. Siegenthaler, S. Gupta.

Nachdem E. Mathys über die Ergebnisse der Umfrage berichtet hatte, wurde die Aufgabe nochmals von Grund auf diskutiert, insbesondere ob nicht die Pflanzenaufnahme organischer Schadstoffe ein wichtigeres Zukunftsproblem der Boden-Pflanzen-Beziehungen wäre, zumal das Phosphatproblem nicht di-

rekt in den Boden-Pflanzen-Bereich passe. Schliesslich entschied sich die Mehrheit, beim Phosphatproblem zu verbleiben. Es wurde vorgeschlagen, Themen für ein allfälliges Symposium aufzustellen und über eine Umfrage Interessenten dafür zu suchen. Das Patronat eines solchen Symposiums könnten die BGS oder der SVIAL übernehmen.

Zur Lösung der Präsidentenfrage schlug J.J. Oertli die Bildung einer Suchkommission vor, bestehend aus je einem Mitglied aus der Praxis, den Forschungsanstalten und der ETH, leider erfolglos. Anschliessend hielt J.J. Oertli einen Vortrag über die Ethologie des Magenkrebses - über neuere Erkenntnisse des Nitratproblems.

Bemerkung: Sehr viele Probleme des Bodenkunders betreffen irgendwie die Pflanze. Das Interesse an Bodenverdichtung, hohem Grundwasserstand, Schwermetallgehalt beschäftigt uns doch vor allem, weil die Pflanze von diesen Eigenschaften berührt wird. Es ist schade, dass nur wenig Mitglieder an dieser Arbeitsgruppe teilnehmen. Die Gesellschaft lebt nicht von der Zahl ihrer Mitglieder, sondern von ihren Tätigkeiten.

Ich möchte den Teilnehmern an den Sitzungen herzlich danken, vor allem aber Herrn Mathys für seine bedeutende Sekretariatsarbeit.

J.J. Oertli

8. Arbeitsgruppe ORGANISCHE SUBSTANZ

Zuhanden des Nationalen Forschungsprogramms BODEN (NFP 22) wurde durch die Forschungsanstalt Wädenswil eine Projektskizze eingereicht mit dem Titel

"Dokumentation über Ausdehnung, Nutzung, Bewirtschaftung und Melioration organischer Böden in der Schweiz."

Das Forschungsgesuch musste auf das Ersuchen der Expertengruppe stark reduziert werden. In der gekürzten Form wurde es am 13. März 1986 durch den Nationalfonds bewilligt.

Ch. Gysi

BUCHBESPRECHUNGEN

DIERCKE – Wörterbuch der Allgemeinen Geographie, Band 1 A–M, Band 2 N–Z; H. Leser, H.-D. Haas, T. Mosimann, und R. Paesler; Westermann, Braunschweig und DTV, München (Gemeinschaftsausgabe), 1984; Fr. 29.60.

Mit der Herausgabe dieses Kompendiums von Fachbegriffen und Stichwörtern aus der Allgemeinen Geographie konnte zweifelsohne eine Bedarfslücke manchen interdisziplinär arbeitenden Forschers und Praktikers an Hochschulen, Gymnasien, in Planungs- und Projektierungsbüros sowie in Behörden geschlossen werden. Vor allem auch der Student der Geo-, Bio- und Wirtschaftswissenschaften hält mit dem ca. 10000 Stichwörtern umfassenden zweibändigen Taschenbuch ein nützliches Nachschlagewerk für den täglichen Gebrauch in den Händen. Nicht zuletzt dürfte die Co-Produktion von vier Autoren, die alle in der geographischen Forschung tätig sind, auch dem naturkundlich interessierten Laien und dem Politiker zu Gute kommen, wenn es um begriffliche Klärungen geht.

Die Stichwörter stammen aus den verschiedensten Teildisziplinen der Physio- und Anthropogeographie sowie den Nachbarwissenschaften der Geographie. Stichwortlieferanten sind unter anderen die Sachgebiete: Bodenkunde, Geomorphologie, Klima- und Hydrogeographie sowie die Geoökologie auf der naturräumlichen Seite, Agrargeographie, Industriegeographie und Verkehrsgeographie als wirtschaftsgeographische Teilrichtungen, Siedlungs-, Bevölkerungs- und Sozialgeographie als klassische Disziplinen der Anthropogeographie. Ebenfalls wurden Begriffe aus der Raumplanung und Raumordnung, als interdisziplinäre Richtungen, aufgenommen. Aus den Nachbarwissenschaften der Geographie erscheinen insbesondere geologische und mineralogische Stichwörter.

Im Kampf gegen die noch immer währende uneinheitliche Terminologie und Begriffsüberschneidungen in den verschiedenen Geo- und Biowissenschaften haben die Autoren eine "begriffliche Flurbereinigung" vorgenommen und bieten dem Leser zeitgemäss aufgearbeitete Fachwortdefinitionen an. Dass sich bei begrifflichen Neudeinitionen oder Kurzbeschreibungen von komplexen Theorieaussagen und Begriffen Unvollständigkeiten nicht vermeiden lassen, ist verständlich, zumal auf Kürze der Erläuterungstexte besonders geachtet wurde. Sachliche Fehler oder unzulässige Begriffsverkürzungen, wie sie teilweise im mineralogisch-geologischen Stichworterbereich ausgemacht werden konnten, tun dem Werk als Ganzes zwar keinen Abbruch, könnten jedoch bei einer Zweitaufgabe korrigiert werden.

Die Terminologie und die Definitionen in den Bereichen Wirtschaftsgeographie und Raumordnung/Raumplanung orientieren sich an bundesdeutschen Rechtsnormen. Übertragungen auf schweizerische Verhältnisse sind daher hier nicht immer möglich.

H. Bühl

D. SAUERBECK: Funktionen, Güte und Belastbarkeit des Bodens aus agrisch-chemischer Sicht. Materialien zur Umweltforschung 10. Verlag W. Kohlhammer GmbH, Stuttgart und Mainz 1985. ISBN 3-17-003312-3. 259 S. Fr. 23.20.

Das Buch ist aus einem Bericht zu Handen des Deutschen Rates der Sachverständigen für Umweltfragen hervorgegangen, welcher sich in seinem Sondergutachten "Umweltprobleme der Landwirtschaft" unter anderem mit den Auswirkungen der Landbewirtschaftung auf die Bodenqualität befasst hat.

Ausgehend von zwei kurzen einführenden Kapiteln über die Funktionen des Bodens im Ökosystem und die Zustandskriterien des Bodens als Pflanzenstandort beschreibt der Autor in zwei breit angelegten Hauptteilen die **Einflüsse der Landbewirtschaftung** sowie die **Einflüsse ausserlandwirtschaftlicher Art** auf die Fruchtbarkeit und die Qualität des landwirtschaftlichen Bodens. Da zu Handen des Sachverständigenrates gleichzeitig analoge Berichte über das Bodengefüge und die Bodenmikrobiologie erstellt wurden, liegt das Schwergewicht des vorliegenden Bandes richtigerweise auf der physikalisch-chemischen Seite.

Im Teil **Einflüsse der Landbewirtschaftung** nimmt die Humuswirtschaft einen erfreulich breiten Raum ein. Probleme im Zusammenhang mit der Intensivtierhaltung kommen ebenso zum Zug wie jene der viehlosen Betriebe. Dagegen ist der Abschnitt über die Pflanzenschutzmittel etwas kurz ausgefallen.

Bei den **Einflüssen ausserlandwirtschaftlicher Art** werden schwergewichtig die organischen Umweltchemikalien und die Schwermetalle behandelt. Kürzere Abschnitte sind den sauren Niederschlägen und den Streusalzen gewidmet. Soweit wie möglich werden für alle behandelten Stoffklassen die Herkunft, die Transportwege, die regionale Verteilung, das Verhalten im Boden und der Übergang in die Nahrungskette dargestellt.

Das Buch fasst nicht nur eine immense Literatur in leicht lesbarer Form zusammen (ca. 600 Zitate, vorwiegend aus den Jahren 1975 – 85), es bringt darüber hinaus nach jedem Kapitel eine kritische Bewertung der Probleme. In sachlicher Argumentation werden kontroverse Resultate gegeneinander abgewogen und gewichtet. Aber auch eindeutige Ergebnisse werden in Bezug auf ihren "Umweltstellenwert" gewertet. Die den Bericht abschliessende **Zusammenfassende Auswertung und Beurteilung** bietet, auch für sich allein gelesen, nicht nur dem Naturwissenschaftler, sondern auch dem verantwortlichen Politiker eine sachliche und emotionsfreie Darstellung der wichtigsten Umweltprobleme unserer mitteleuropäischen und damit auch schweizerischen Landwirtschaft.

Der Text ist weitgehend fehlerfrei. Einige sinnstörende Druckfehler (z.B. in Tab. 48 und 52) könnten bei einem allfälligen Nachdruck ausgemerzt werden. Das Buch ist ein Muss für jeden an Umweltschutz interessierten Bodenkundler

DIE BODENKUNDE UND IHRE GEOLOGISCHEN, GEOMORPHOLOGISCHEN, MINERALOGISCHEN UND PETROLOGISCHEN GRUNDLAGEN

Prof. Dr. Eduard Mückenhausen

Dritte, ergänzte Auflage, 632 Seiten, 185 Abbildungen, 24 Farbtafeln, Preis 190.- DM, ISBN 3-7690-0421-3.

DLG-Verlag, Rüsterstrasse 13, 6000 Frankfurt/M.1, BRD

Schon nach drei Jahren erlebt Prof. Mückenhausen's Lehrbuch eine neue Auflage. Das deutet auf ein steigendes Interesse breiterer Bevölkerungsschichten für Probleme des Bodens, sowie auf den rasanten Fortschritt der bodenkundlichen Forschung.

Dieses ansprechend ausgestattete Buch liest sich leicht und spannend. Der Autor versteht es, komplizierte Vorgänge, auch für den Nichtspezialisten verständlich, anschaulich und doch wissenschaftlich umfassend darzulegen. Die Beschreibungen sind prägnant und an zahlreichen Graphiken und Farbtafeln veranschaulicht. Gegenüber anderen deutschen Bodenkundelehrbüchern, profiliert es sich durch die umfassende Darstellung der petrologischen Grundlagen. Als weiterer Schwerpunkt ist eine vollständige Beschreibung der deutschen Bodentypen und ihrer Klassifikation präsentiert.

Das Werk gliedert sich in zwei Teile, nämlich in die Darlegung der erdgeschichtlichen Grundlagen und zweitens, in die Lehre vom Boden. Ausserordentliche geologische Kenntnisse gestatten dem Autor, im ersten Buchteil, auf besondere Zusammenhänge zwischen dem Aufbau unserer Erde und der Bodenbildung hinzuweisen. Angehende und fortgeschrittene Bodenwissenschaftler, die ihren Einblick in die Verknüpfungen zwischen dem Boden und der Erdgeschichte erweitern möchten, lesen diese Ausführungen mit grossem Gewinn.

Der zweite, mit "Bodenkunde" überschriebene Buchteil befasst sich mit den Bodeneigenschaften und mit den Prozessen im und um den Bodenkörper. Obwohl die Ausführungen stets auf die Naturgrundlagen zentriert sind, berücksichtigt der Autor auch die Wirkungen des menschlichen Handelns auf den Boden in der Kulturlandschaft. Der Boden, im Sinn des Pedons, wird in sein Milieu, in seine Umwelt projiziert.

Die Begriffe "Bodenbildung" und "Bodenentwicklung" sind bei Mückenhausen auseinander gehalten. Der erste Vorgang umfasst die Entstehung des Bodens aus dem Gestein durch Verwitterung und durch Humusbildung. Die Bodenentwicklung bezeichnet den Veränderungsvorgang, der während Jahrtausenden das Bodenprofil vom Jugendstadium zur Reife führt. Zum

Beispiel entsteht ein "starker Podsol" über die Vorstufen "mässiger Podsol", "schwacher Podsol" und "Regosol-Podsol". Andere Bodenentwicklungen werden verursacht durch Gefügeverdichtungen, Tonverlagerungen, Versalzung, usw..

Im Kapitel "Bodensystematik" sind, neben der deutschen Klassifikation, auch einige ausländische Taxonomien behandelt. Mückenhausen qualifiziert die verschiedenen Systeme nicht: "Allein wichtig ist, dass die Klassifikationen in dem jeweiligen Lande brauchbar sind".

Das Buch widmet 94 Seiten der Bodentypologie. Da werden etwa 200 Bodentypen beschrieben. Diese bilden das Rückgrat der deutschen Bodensystematik. Letztere bezweckt eigentlich nur die logische Gruppierung der Bodentypen. Auch die Symbole zur Bezeichnung der Profilhorizonte sind aufs engste mit der taxonomischen Profilsprache verbunden. Sie dienen somit nicht nur der Profilbeschreibung im Felde.

Das Buch schliesst mit verhältnismässig kurzen Kapiteln über die Bodenkartierung, die Bodenerhaltung, den Kreislauf der Stoffe, die Bodenschätzung und die Untersuchung des Bodens im Felde. Auch Literaturverzeichnisse, besonders der deutschen Bodenkundearbeiten, sowie ein Sachregister fehlen nicht.

Der Aufbau des ganzen Werkes ist klar und der Stil ist flüssig und leicht verständlich. Fachausdrücke sind sachlich und etymologisch erklärt. Viele Tabellen und Diagramme vermitteln präzise Informationen. Allerdings verursachen die Komplexität des Wissensgebietes und die Art der Stoffeinteilung einige Ueberschneidungen und Wiederholungen.

Das Bodenkundelehrbuch von Prof. Mückenhausen eignet sich vorzüglich als Studienhilfe und auch zum Selbststudium. Es ist ausserdem ein wertvolles Nachschlagewerk für den praktizierenden Pedologen und Lehrer.

E. Frei

10 Jahre BULLETIN BGS - Wechsel der Schriftleitung

Kurz nach der Gründung der Gesellschaft beschlossen Vorstand und Generalversammlung der BGS, ein eigenes Publikationsorgan herauszugeben. Zweck des Organs war es (und ist es bis heute geblieben), die Vorträge der wissenschaftlichen Tagungen allen Mitgliedern der Gesellschaft sowie einem weiteren Leserkreis zugänglich zu machen. Daneben wurden von Anfang an Jahresberichte, sodann auch Empfehlungen von Arbeitsgruppen abgedruckt. Aus bescheidenen Anfängen stieg mit der Mitgliederzahl auch die Auflage. Die vorliegende Nummer 10 erscheint in 400 Exemplaren.

Mit dieser Nummer verabschiede ich mich als Schriftleiter der BGS und übergebe "die Redaktionsstube" in frische Hände. An der Generalversammlung vom 7. März 1986 in Genf wurde **Dr. Moritz Müller, FAP Zürich-Reckenholz**, zum neuen Redaktor gewählt. Ich wünsche ihm dazu Spass und Erfolg, das nötige Engagement und zuweilen auch etwas Geduld.

H. Sticher

Auf den folgenden Seiten sind die Inhaltsverzeichnisse der Nummern 1 bis 9 nachgedruckt. Rücknummern können, soweit vorrätig, beim Sekretariat der BGS bezogen werden.

BULLETIN BGS 1 (1977)

H. SPECK: Kolmatierungsböden im Hinterrhein zwischen Thusis und Rothenbrunnen	1
F. CALAME: Etude du bilan hydrique de Genève de 1901 à 1970 (résumé)	8
N. AGUSTONI-PHAN & H. STICHER: Adsorption von Herbiziden an Eisenoxiden	9
J.-F. JATON & A. GALLUSSER: Etude des profils de pH et de potentiel Redox de sols hydromorphes calciques en phase d'infiltration d'eau et d'assèchement. Modification des profils sous l'effet de microorganismes en vue de limiter la formation de gels d'hydroxydes ferriques	14
K. PEYER & P. JUHASZ: Eigenschaften und landbauliche Nutzungsmöglichkeiten von Seekreideböden des schweizerischen Mittellandes	20
H. FLUELER: Anaerobie in Böden	31
P. GERMANN: Bodenkundlich-ökologische Gesichtspunkte bei der Untersuchung des Wasserhaushaltes eines kleinen hydrologischen Einzugsgebiets	36
F. JAEGLI & E. FREI: Vorschlag eines neuen Körnungsdiagramms	42

BULLETIN BGS 2 (1978)

H. STICHER: Goethe und die Bodenkunde	3
J.A. NEYROUD: Dynamique de l'azote minéral du sol dans un essai de fertilisation organique et minéral	15
S.K. GUPTA und H. HAENI: Form und Wirksamkeit von Klärschlammphosphat	24
E. FREI und E. SCHUETZ: Ergebnisse und Interpretation von Altersbestimmungen in Böden	32
U. GISI und J.J. OERTLI: Veränderungen in Vegetation und Boden aufgrund der Brachlegung von Kulturland	42
M. GRATIER: Présentation de 3 feuilles du levé pédologique 1 : 25'000 du Canton de Vaud	48
J. BOEHRINGER: Propriétés structurales d'un type de sol hydromorphe sous différentes cultures à la Trinité	54

BULLETIN BGS 3 (1979)

A. DESAULES, Bern: Zur Methodik der Bodenkartierung im mittleren Massstabsbereich am Beispiel der Region Bantiger (BE)	3
D. GINIRAT, Nyon: Effets d'amendements organiques et microbiologiques sur des champignons phytopathogènes dans le sol	17
M. DETHIER, P. GALLAND, C. LIENHARD, W. MATHEY, N. ROHRER et T. SCHIESS: Note préliminaire sur l'étude de la pédofaune dans une pelouse alpine au Parc national suisse	27
H. FLUEHLER, P. BLASER und JANINA POLOMSKI, Birmensdorf: Mechanismen des Stofftransportes im Bodenwasser. Versuch einer Systematik	38
JANINA POLOMSKI, H. FLUEHLER und P. BLASER: Verändert Fluor den Boden?	51
M. MEYER, Zürich: Der Stickstoffumsatz bei der Kompostierung von Stallmist . .	63
O.J. FURRER, Liebefeld-Bern: Die Wirkung von Klärschlamm und Müllkompost auf Pflanzen, Boden und Sickerwasser in einem Lysimeterversuch	73
Bericht der Arbeitsgruppen	83
Tätigkeitsbericht BGS 1978/79	96

BULLETIN BGS 4 (1980)

Inhalt

Prof. Dr. E. FREI, Ehrenmitglied der BGS	4
F. BORER, F. RICHARD, W. ATTINGER und Hp. MARTHALER: Zum Wasserhaushalt eines Einzelbaumes in einem Waldbestand	7
P. GERMANN: Bedeutung der Makroporen für den Wasserhaushalt eines Bodens	13
P. SCHUDEL: Untersuchung der Wasserhaushaltkomponenten an drei wägbaren Lössmonolithen	19
W. SEILER: Quantitativer Vergleich des Erosionsverhaltens eines winterlichen Dauerniederschlags und eines sommerlichen Starkregens	28
J. BOEHRINGER und H. STICHER: Ionenaustausch an Torf in den Systemen H-Ca-Pb und H-Ca-Zn	36
Y. BOUYER et M. POCHON: La migration du fer en milieu marécageux dans le Haut-Jura et dans le plateau molassique Suisse	42
M. BIERI und V. DELUCCHI: Eine neue Auswaschmethode zur Gewinnung von Bodenarthropoden (Abstract)	49

H. SCHUEPP, D. MILLIOUD und G. DEFAGO: Untersuchungen zum Auftreten von VA-Mykorrhizen in einigen Tabakanbaugebieten der Schweiz	50
A. MAILLARD et E.R. KELLER: Effets de diverses techniques culturales sur le potentiel de rendement d'un sol	57
E. FREI: Mikromorphologie und Genese einer Calcrete aus Nordindien	63
Th. MOSIMANN: Böden und rezente Morphodynamik im Bereich der Skipisten am Crap Sogn Gion / Laax GR	69
Ch. SALM: Erste Erfahrungen mit Tieflockerung	77
Jahresbericht 1979/80 Rapport du Président	83
Berichte der Arbeitsgruppen	
- Klassifikation und Nomenklatur	85
- Lysimeter	85
- Matière Organique	86
- Zoologie du sol	87
- Granulometrie	88
Autorenverzeichnis	90

BULLETIN BGS 5 (1981)

Inhalt

Michel POCHON zum Gedenken	4
P. LUESCHER und F. RICHARD: Physikalische Eigenschaften von Böden der Schweiz, dargestellt an einzelnen Lokalformen	7
M. WALTER: Etude comparative de différents systèmes drains-filtre dans une tourbe calcaïque	13
E. FREI und E. SCHUETZ: Filtrationsverlagerung ¹⁴ C markierter organischer Substanz in einem Andosol am Mount Kenya	21
P. FITZE: Zur Bodenentwicklung auf Moränen in den Alpen	29
E.W. ALTHERR: Boden- und Vegetationsentwicklung auf ehemaligen landwirtschaftlichen Nutzflächen	35
W. JAEGGI: Untersuchungen über den Zelluloseabbau im Boden	43

M. DETHIER et W. MATTHEY: Les larves d'insectes superieurs dans le sol	45
Buchbesprechung	56
Rapport d'activité / Jahresbericht 1980/81	58
Berichte von Arbeitsgruppen und Kommissionen	
- Bodenklassifikation und Nomenklatur	59
- Bodenschutz	60
Autorenverzeichnis	62

BULLETIN BGS 6 (1982)

Inhalt

Roman BACH zum Gedenken	6
H. LESER: Geoökologische Bodenerosionsforschung (Plenarvortrag)	7
B. BUCHTER und J. LEUENBERGER: Struktur und Wasserhaushalt in einer Rendzina	13
P. GERMANN: Infiltration in Böden mit Makroporen	18
P. GRANDJEAN et J.-F. JATON: Etude du ruissellement à l'aide d'un simulateur de pluie	24
G. JELMINI, J.P. DUBOIS et D. DUBOIS: Le drainage des sols tourbeux: Première approche expérimentale	32
P. FERLIN, H. FLUEHLER und J. POLOMSKI: Immissionsbedingte Fluorbelastung eines Föhrenstandortes im unteren Pfynwald	38
H. HAENI, S. GUPTA und A. SIEGENTHALER: Schwermetallgehalte einiger wenig belasteter typischer Böden der Schweiz	44
F. CALAME et J.A. NEYROUD: Mouvement de l'eau et dosage des nitrates dans un sol agricole	51

W. STAUFFER und O.J. FURRER: Nitratauswaschung aus landwirtschaftlich genutzten Böden	57
M. HUEMBELIN, M. MEYER und H. STICHER: Stickstoffumsatz und Stickstoff-Fixierung bei der Kompostierung von Rindermist	63
M. GAMPER: Ein Vergleich der ^{14}C -Alter von Huminsäure, organischer Restsubstanz und Holz aus fossilen Böden	69
E. BOSSHARD, GUI SUN CHENG und H. SCHÜEPP: Beschleunigter Abbau von Benzimidazol-Fungiziden nach wiederholter Anwendung	75
H. SCHÜEPP, W. SIEGFRIED, J. SORG und CH. WEGMANN: Klärschlamm- und Kompostsubstrate im Bodenökosystem: ein langfristiger bodenmikrobiologischer Versuch	82
N. MAIRE: Méthode de mesure de l'adénosine triphosphate (ATP) dans les sols	88
J.C. MUNCH und J.C.G. OTTOW: Reduktion pedogener Fe(III)-Oxide als ein biochemischer Prozess	95
D. WALTHER et D. GINDRAT: Effets de l'apport de glucose et du traitement par la chaleur sur l'activité volatile mycostatique du sol	102
M. BIERI und V. DELUCCHI: Sammel- und Trennmethoden für Bodenmikroarthropoden	109
A. MAILLARD et A. VEZ: Effets à long terme de différentes techniques de travail du sol	116
H. CONRADIN: Bodenkundliche und schwermineralogische Untersuchungen an Böden verschiedener Schotterfluren der Nordschweiz	123
U. KIENZLE: Bodenveränderungen während der Sukzession brachliegender Magerwiesen im Jura	131
P. GALLAND: Recherches sur les sols des pelouses alpines au parc national suisse	137
H. SPALTENSTEIN: Note sur les sols du domaine des calcaires alpins	145
CH. SCHLUECHTER: Fossile Böden im Quartär der Schweiz	151
J.F. BONNARD: La carte des sols du domaine de Changins	159
K. PEYER: Systematische Auswertung der Bodenprofilaten der Bodenkarte 1 : 25'000 Blatt Uster	165
H. SPECK: Die Böden des Mount Kenya Gebietes	171

P. LUESCHER (Arbeitsgruppe für Bodenklassifikation und Nomenklatur): Vorschlag für die Verwendung von Signaturen bei Profilskizzen	177
E.W. ALTHER (Arbeitsgruppe Bodenschutz): Kiesabbau = Bodenverlust	183
Jahresbericht / Rapport d'activité 1981/82	190
Berichte der Arbeitsgruppen	192
- Bodenklassifikation und Nomenklatur (P. LUESCHER)	192
- Granulometrie (PH. ROD)	192
- Lysimeter (F. JAEGGLI)	193
- Zoologie du sol (W. MATTHEY)	193
- Schutz des Bodens (E.W. ALTHER)	194
E.W. ALTHER: Die gesetzliche Verankerung des Bodenschutzes	195
Autorenverzeichnis	199

BULLETIN BGS 7 (1983)

Inhalt

H. HAENI, S. GUPTA und A. SIEGENTHALER: Chemische Aspekte des qualitativen Bodenschutzes	5
F.X. STADELMANN, S.K. GUPTA und A. RUDAZ: Mikrobiologische Aspekte des qualitativen Bodenschutzes	12
J. POLOMSKI, H. OTERDOOM und S. EGLI: Wirkung von anthropogenem Fluor auf die mikrobielle Aktivität im Boden	20
J.A. GUTH: Untersuchungen zum Verhalten von Pflanzenschutzmitteln im Boden	26
J.-P. DUBOIS, D. DUBOIS et G. JELMINI: La prairie: Élément protecteur de la mise en culture des tourbes	34

J.A. NEYROUD: Les sols organiques menaces de Suisse	45
L. BARDET: Aspects juridiques de la protection du sol	51
E.W. ALTHER: Gesetzliche Verankerung von Massnahmen zum Schutze des Bodens aus quantitativer Sicht	54
Jahresbericht / Rapport d'Activité 1982/83 (H. Flühler)	62
Berichte der Arbeitsgruppen	
- Bodenklassifikation und Nomenklatur (P. Lüscher)	64
- Matière organique du sol (J.-A. Neyroud)	64
- Lysimeter (F. Jäggli)	65
- Schutz des Bodens (E.W. Alther)	65
- Zoologie du sol (W. Matthey)	66
- Körnung (A. Kaufmann)	67

BULLETIN BGS 8 (1984)

Inhalt

<u>Symposium KLASSIFIKATION UND NOMENKLATUR</u>	5
P. LUESCHER: Zielsetzung, Tätigkeit und Vorgehen der Arbeitsgruppe	6
E. FREI: Bedeutung der Bodenhorizonte in der Boden-Klassifikation. Beispiele aus der USA-Taxonomie und der FAO-Bodenkarte	13
M. MUELLER: Der Cambic Horizon der US-Klassifikation und seine mögliche Anwendung in der Schweiz	21
K. PEYER: Humusformenklassierung der Böden auf Karbonatgestein	25
J. PRESLER: Quantitative Methoden der Bodeninventur	33
<u>Arbeiten aus der Eidg. Forschungsanstalt Wädenswil</u>	
Ch. GYSI: Bodenuntersuchung im Obst- und Weinbau nach neuen Methoden	37
P. PERRET: Bodenverdichtungen und Rebenchlororse	39

Rapport d'activité / Jahresbericht 1983/84	47
Rückblick auf die Oesterreich-Exkursion 1983 (M. Müller)	48
Information über die IBG-Exkursion 1986 (P. Lüscher)	50

Berichte der Arbeitsgruppen

Klassifikation und Nomenklatur	52
Lysimeter	52
Ausbildung und Information	53
Zoologie du sol	54
Organische Substanz	55
Schutz des Bodens	55
Körnung	57
Fonds zur Nachwuchsförderung	61
Buchbesprechung	62
In Memoriam Philippe Rod (1924 - 1984)	64

BULLETIN BGS 9 (1985)

Inhalt

Vorträge der Jubiläumstagung in Bern

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

Boden - bedrohte Lebensgrundlage Sol - bien vital menacé

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

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

Rapport d'activité / Jahresbericht 1984/85	74
Information über die IBG/ISS Exkursion 1986	75

Berichte der Arbeitsgruppen

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

E.W. Alther, membre d'honneur de la SSP	86
Felix E. Richard †	89