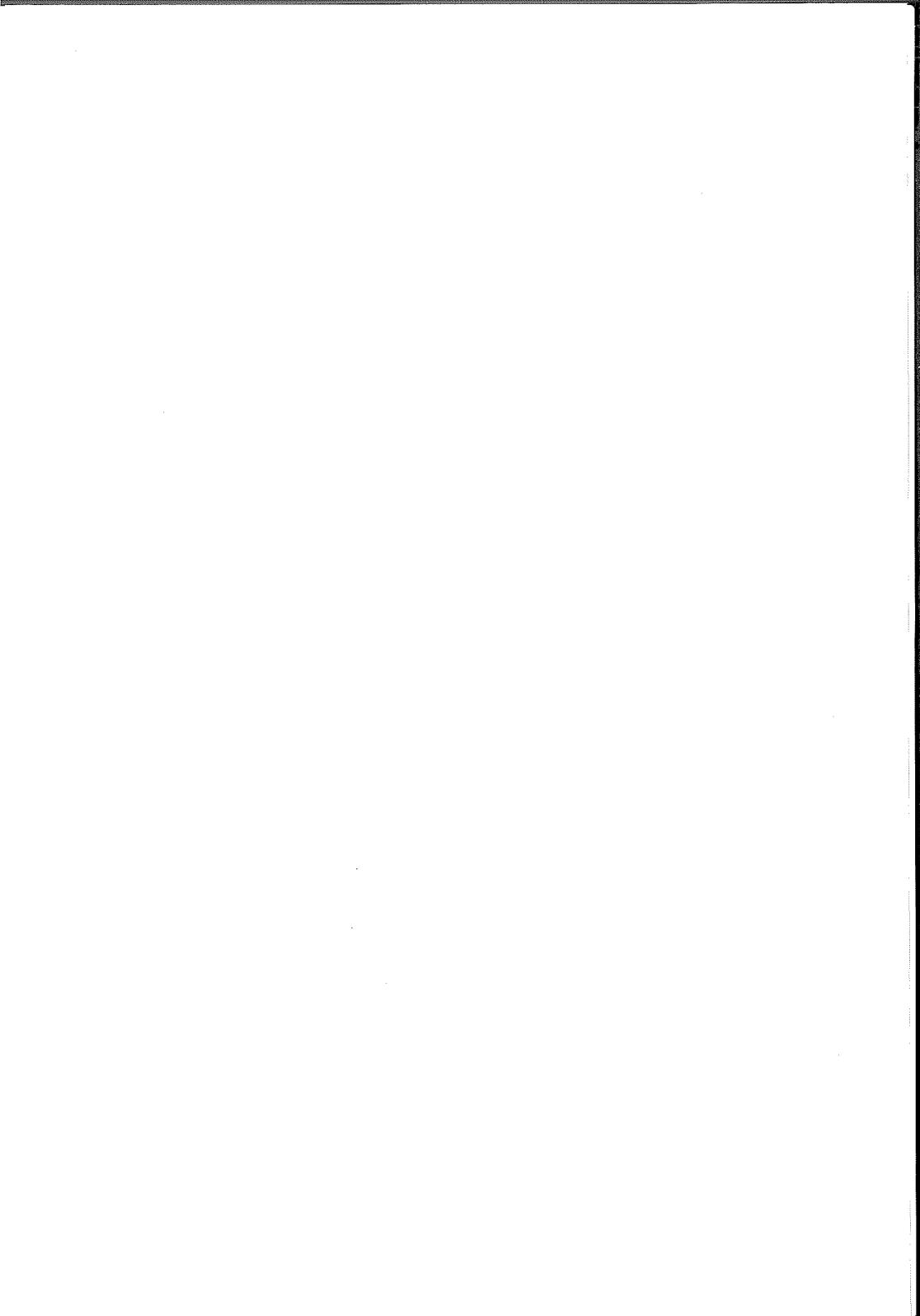




BULLETIN

5

Michel Pochon zum Gedenken	4
Jahrestagung der BGS vom 6. März 1981 in Zürich, Referate	7 - 55
Buchbesprechung	56
Rapport d'activité / Jahresbericht 1980/81	58
Berichte von Arbeitsgruppen und Kommissionen	59



BODENKUNDLICHE GESELLSCHAFT DER SCHWEIZ
SOCIETE SUISSE DE PEDOLOGIE

BULLETIN 5
1981

Referate der Jahrestagung vom
6. März 1981 in Zürich

Schriftleitung: H. Sticher, Zürich

Juris Druck, Zürich

BODENKUNDLICHE GESELLSCHAFT DER SCHWEIZ
SOCIÉTÉ SUISSE DE PÉDOLOGIE

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

Vorstand/Comité 1981 - 1983

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

Vorsitzende der Arbeitsgruppen/Présidents des groupes de travail :

Klassifikation und Nomenklatur :	P. Lüscher, Birmensdorf
Körnung :	Ph. Rod, Nyon
Lysimeter :	F. Jäggli, Zürich-Reckenholz (a.i.)
Organische Substanz :	J.-A. Neyroud, Nyon-Changins
Bodenzoologie :	W. Matthey, Neuchâtel

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. ALTHER: 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



MICHEL PAUL AIMABLE POCHON, 1937 - 1980

Liebe Bodenkundler und Zugewandte, meine Lieben!

Die Anrede hat Sie vielleicht überrascht, aber ich weiss keine, die besser zu dem passt, was ich Ihnen zu sagen habe. Ich werde nämlich vom verstorbenen Präsidenten unserer Gesellschaft sprechen, von Michel Paul Aimable Pochon.

Ich schicke einige Angaben über seinen Lebenslauf voraus. Michel Pochon war Bürger von Cerneux-Péquignot im Kanton Neuenburg. Er wurde 1937 geboren. Nach der Mittelschule und dem Seminar war er fünf Jahre lang Primarlehrer in der Brévine. Anschliessend studierte er an der Universität Neuenburg Geologie, dazu im Nebenfach Botanik und Physik. Von 1965 an war er Assistent und Doktorand am Geologischen Institut der Universität Neuenburg und daneben Sekundarlehrer in Cernier. 1974 wurde er promoviert, und 1977 wurde er zum ausserordentlichen Professor für Bodenkunde an die EPF Lausanne berufen. Am 27. Mai 1980 ist er auf einem Forschungsflug mit einem Helikopter tödlich verunglückt.

Von seinen Forschungen haben er und seine Mitarbeiter unserer Gesellschaft wiederholt berichtet, und die Exkursion, auf der er uns Juraböden vorführte, ist wohl allen Teilnehmern noch in bester Erinnerung. Böden und Bodenbildung im Jura hat er vor allem von der mineralogischen Seite her untersucht. Vom Poly in Lausanne aus dehnte er seine Forschungen auf Gebirgsböden im Wallis und Moorböden im Mittelland aus, mit Schwergewicht auf der organischen Substanz und der biologischen Aktivität. An der Elfenbeinküste und in Mexiko erweiterte er seine bereits umfassende Schau der Bodenbildung.

Nun aber zum menschlichen Wesen von Michel Pochon. Kein anderes Wort kennzeichnet ihn besser als jenes, das ich an den Anfang meiner Ansprache gesetzt habe: nämlich Liebe. Er liebte die Natur und die Wissenschaft, die sie ihm immer besser erschloss. Mit Pickel und Schaufel wusste er ebensogut umzugehen wie mit Analysegeräten, Computern und Zeichengeräten. Durch den Gebrauch all dieser Werkzeuge machte er sich mit der Sache selbst besser vertraut. Wie umfassend seine Schau von der Natur war, davon zeugt die Sondernummer des Polyramas, der Hauszeitschrift der EPFL, die auf seine Anregung herausgegeben wurde über das Thema: La nature de l'homme, l'homme et la nature. Nach seinem Tod

erst erschienen, ist sie so etwas wie sein wissenschaftliches Testament geworden. Am eindrücklichsten äusserte sich seine Liebe zur Natur und zur Wissenschaft in der Begeisterung, mit der er sich beiden hingab und die sich unfehlbar auf jene übertrug, denen er davon sprach und mit denen er zusammenarbeitete.

Seine Liebe galt aber nicht bloss den Sachen, sondern ebenso sehr den Menschen. Er strahlte förmlich von Fröhlichkeit, Freundlichkeit und Wärme. Wer immer mit ihm zu tun hatte, empfand deswegen ihn selber als liebenswürdig. Aimable - dieser Name wurde ihm schon bei der Taufe gegeben; es war zu Recht der Name für ihn. Im freundschaftlichen Gespräch mit ihm glaube ich auch den tieferen Grund seines Wesens erfasst zu haben: seinen Glauben und sein vorbehaltloses, kindliches Gottvertrauen. Sein Denken und Handeln war von diesem Glauben und Vertrauen beseelt, und er erlebte damit immer wieder beglückende Bestätigung.

Michel Pochon hat sich mit seinen Forschungen und seinem Unterricht in der Wissenschaft einen Namen geschaffen. Er wird aber vor allem als liebender und liebenswürdiger Mensch in unserem Gedächtnis fortleben.

Roman Bach

PHYSIKALISCHE EIGENSCHAFTEN VON BÖDEN DER SCHWEIZ, DARGESTELLT AN EINZELNEN
LOKALFORMEN

P.Lüscher und F.Richard, Institut für Wald- und Holzforschung ETH Zürich,
Fachbereich Bodenphysik, 8903 Birmensdorf

Ein zentrales Problem der Standortforschung ist die Suche nach erfassbaren und messbaren Zusammenhängen zwischen dem Pflanzenwachstum und den die organische Produktion steuernden Standortsfaktoren.

Mit der Untersuchung und ökologischen Interpretation von physikalischen Eigenschaften und Vorgängen in natürlich gelagerten, vegetationsbedeckten Böden wird ein Versuch unternommen, Angaben über einen Teilaspekt dieses Problemkreises zu erhalten.

Zu den bedeutenden und bestimmbaren physikalischen Bodeneigenschaften gehören beispielsweise die Dichte, die Porosität, die Porengrössenverteilung nach Saugspannungsklassen, die Wasserleitfähigkeit im gesättigten und ungesättigten Porenraum, die Beziehung Wassergehalt zur Saugspannung (Desorptionskurve), die spezifische Wasserkapazität, das Speichervermögen an leicht, schwer und nicht pflanzenverwertbarem Wasser, die entwässerbare Porosität als Mass für die Bodendurchlüftung, der Jahresverlauf der Saugspannung sowie der Temperatur in den einzelnen Horizonten des Bodenprofils. Zu den experimentell erfassbaren und ökologisch entscheidenden Vorgängen im porösen Sickersystem Boden zählen wir die zeitliche Veränderung des Wassergehaltes in einem betrachteten Volumenelement. Ursache der Wassergehaltsveränderung sind die Evapotranspiration, die Niederschläge sowie lotrechte und seitliche Sickerströmungen im Boden.

Physikalische Zustände und Vorgänge sind ökologisch interpretierbar. So charakterisiert zum Beispiel die Porengrössenverteilung im Zustand der Wasserteilsättigung den Verlauf des Matrixpotentials des Bodenwassers. Damit wird für einen gegebenen Boden die Verwertbarkeit des Wassers durch die Pflanze und die Speicherkapazität von pflanzenverwertbarem bzw. nicht verwertbarem Wasser abschätzbar. Daraus ergibt sich ein Hinweis, wie lang niederschlagsfreie Witterungsperioden sein dürfen, damit ein Bestand aus der Speicherreserve des Bodens mit Wasser versorgt werden kann. Ebenso

sind die Ursachen für periodisch auftretende Stauäussephasen mit Wasser-sättigung und Anaerobie im Wurzelraum bodenphysikalisch lokalisierbar und erklärbar. Es kann abgeschätzt werden, ob trockenheits- bzw. nässeempfindliche Baumarten standortstauglich sind oder nicht. Solche und weitere standortskundliche Interpretationen von physikalischen Bodeneigenschaften gehören in der Forstwirtschaft zu den Grundlagen im Waldbau. In der Landwirtschaft sind analoge Kenntnisse beim Pflanzenbau notwendig. Auf landwirtschaftlich genutzten Standorten sind die kausalen Zusammenhänge zwischen organischer Produktion bestimmter Pflanzenbestände und den Standortfaktoren, bedingt durch die relativ kurze Umtriebszeit, eher bekannt. Die Produktivität kann zudem mit Massnahmen wie Bodenbearbeitung, Düngung und Sortenzüchtung verbessert werden. In der Forstwirtschaft mit langen Umtriebszeiten stehen in der Schweiz nur die natürlichen Wuchsbedingungen zur Verfügung. Eine umso wichtigere Rolle spielt eine einwandfreie Standortsbeurteilung im Hinblick auf die Baumartenwahl.

Unsere Untersuchungen werden an sogenannten Lokalformen durchgeführt. Wir verstehen darunter eine bestimmte repräsentative Bodenform, deren Eigenschaften ein vorhandenes Bodenprofil wiedergibt. Die nächste Umgebung des Profils, in der Grössenordnung von einigen Aren, muss dieselben Bodenausformungen haben.

Bei genügender Anzahl untersuchter Lokalformen kann ein standortskundlich ausgebildeter Ingenieur einen gegebenen Boden, der keine Lokalform darstellt, durch Analogieschluss einer bestimmten Lokalform zuordnen oder interpolierend als Zwischenstadium ansprechen. In vielen Fällen ist eine solche Einordnung schon durch den makromorphologischen Profilvergleich möglich.

Einige Bemerkungen zur Lokalform "Schmidwald"

Beim Boden der Lokalform "Schmidwald" bei Melchnau im Kanton Bern handelt es sich um einen stark sauren Moder-Pseudogley, mit einem schwach ausgeprägten Mineralerde-Verwitterungshorizont im Oberboden. Das Profil ist gekennzeichnet durch eine Verdichtungszone zwischen (40 -) 100 - 240 cm Tiefe, die den Wasserhaushalt stark beeinflusst (Abb. 1). Die mittlere Niederschlagsmenge pro Jahr beträgt rund 1150 mm, die mittlere Jahrestemperatur liegt bei 8,1 °C. Der ca. 90jährige Waldbestand gehört zur Gesellschaft eines Peitschenmoos-Fichten-Tannenwaldes. Beim geologischen Ausgangsmaterial handelt es sich um eine staubreiche Variante eines Moränenbodens aus der Risseiszeit.

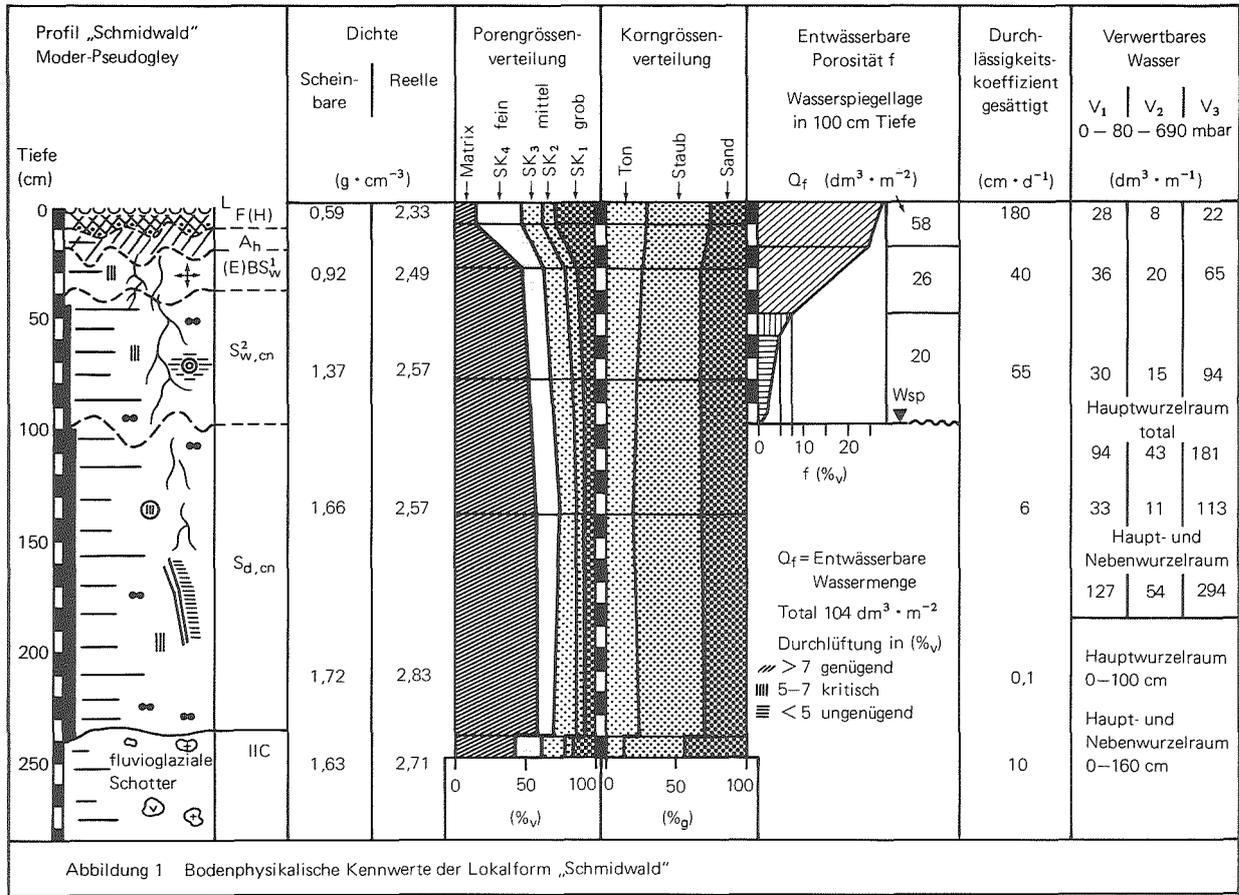
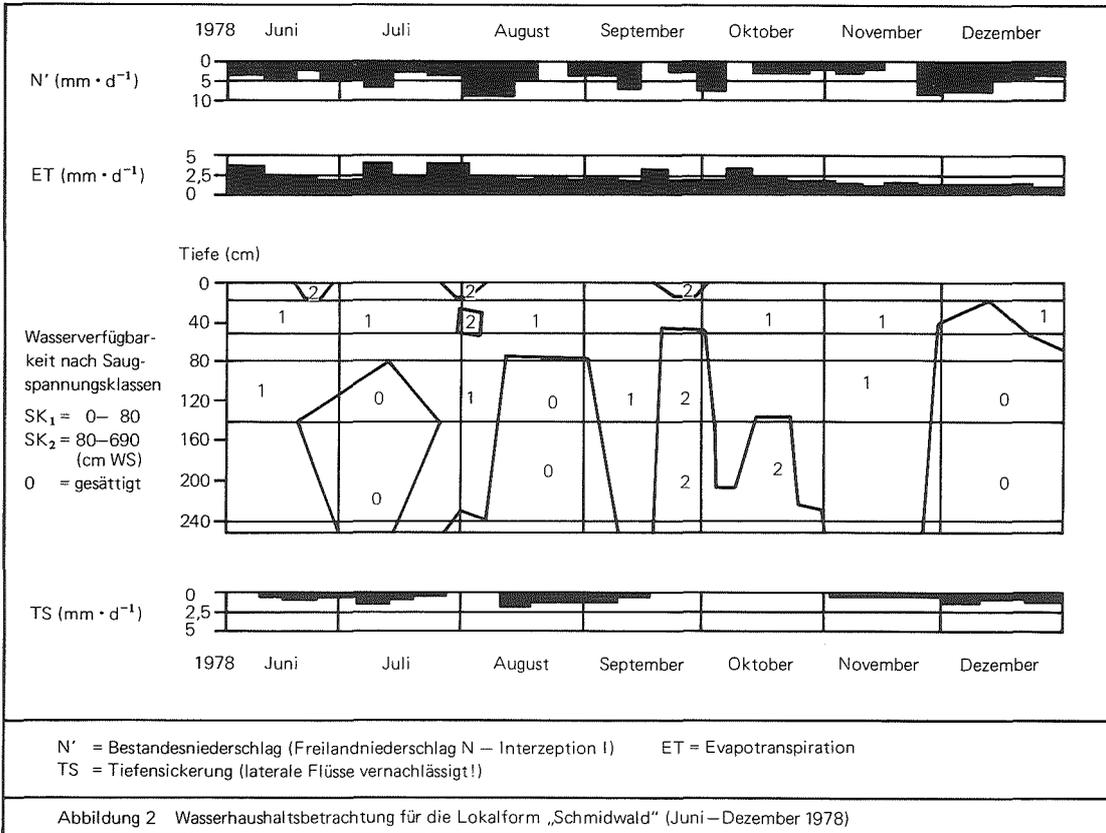


Abbildung 1 Bodenphysikalische Kennwerte der Lokalform „Schmidwald“

- Die Verdichtung bzw. die Abnahme des Wasserdurchlässigkeitskoeffizienten im gesättigten Bereich tiefer als 100 cm verursacht im darüberliegenden Hauptwurzelraum periodisch je nach den Niederschlagsverhältnissen Stau-nässephasen verbunden mit Anaerobie. Die entwässerbare Porosität f - für den Fall, dass der Wasserspiegel in 100 cm Tiefe liegt - zeigt eine genügende Bodendurchlüftung bis 50 cm ($f = > 7 \% v$, vgl. Abb. 1). Darunter ist die Durchlüftung kritisch bis ungenügend. Die Makromorphologie des Bodenprofils bringt die wechselfeuchten Verhältnisse deutlich zum Ausdruck.
- Der k -Wert im ungesättigten Porenraum ist im Bereich der Saugspannungsklasse SK_2 (> 80 cm WS) im unteren Teil des Stauwasser-Horizontes so gering, dass die Wasserbewegung praktisch bedeutungslos wird (vgl. Abb. 2, keine Tiefensickerung im Oktober 1978).
- Die grösste Wasserreserve beinhaltet in diesem staubreichen Boden die Saugspannungsklasse SK_3 (schwer verwertbares Wasser 0,69 - 15 at). Ein Teil des leicht entfernbaren Wassers (0 - 80 cm WS), das in einem normal durchlässigen Boden durch die Gravitationskraft innert kurzer Zeit wegdrainiert wird, kann hier durch die Wirkung der Stauschicht zum leicht verwertbaren Volumenanteil gezählt werden. In der Messperiode 1978 erreichten die Saugspannungen in der Tiefe 50 cm einen maximalen Wert von rund 180 cm WS. Damit war im Hauptwurzelraum nur rund 1/5 des leicht verwertbaren Wassers verbraucht.
- Die Interzeption beträgt für diesen hauptsächlich aus Nadelholz bestehenden Bestand, mit einem Beschirmungsgrad von rund 85 %, im Durchschnitt 21 %. Je nach Niederschlagsintensität gibt es Schwankungen zwischen 9 - 38 %.
- Bezogen auf die Monate während der Vegetationsperiode (1978, Messungen Juni bis Mitte November) ergibt sich eine mittlere tägliche Evapotranspiration von 2,1 mm (vgl. Abb. 2).
- Die Tiefensickerung beschränkt sich auf Phasen, während denen der untere Profiltteil praktisch wassergesättigt war. Bemerkenswert ist eine namhafte TS während der Vegetationsperiode (Abb. 2). Ein Maximum stellt sich erwartungsgemäss während der Vegetationsruhe im Winterhalbjahr ein. Im Durchschnitt macht die TS für die Messperiode 1978 ca. 20 % des Bestandesniederschlages aus.



Für die waldbauliche Behandlung solcher Standorte sind zusammengefasst die folgenden Konsequenzen abzuleiten:

- Es sind Baumarten zu wählen, die hohe Wassergehalte und periodisch partielle Anaerobie im Wurzelraum ertragen.
- Um die natürliche Produktionskraft dieses Standortes zu erhalten, ist eine dauernde Bestockung (nur kleinflächige Verjüngung) mit möglichst tiefgründiger aktiver Durchwurzelung mit langperiodigem Wasserentzug notwendig (Verbesserung der Bodendurchlüftung/Erhöhung der Standfestigkeit). Betriebsart und Bestockungsziel sind danach auszurichten.

Résumé

Un problème central de l'étude de la station est la recherche de rapports enregistrables et mesurables entre la croissance des plantes et les facteurs de la station déterminant la production organique.

C'est avec l'examen et l'interprétation écologique des propriétés et processus physiques dans les sols naturellement stratifiés et recouverts de végétation que nous essayons d'obtenir des données sur un aspect partiel de ce problème.

Nous examinons les soi-disantes formes locales. Nous entendons par formes locales un sol défini et représentatif, possédant les propriétés régnant dans un profil de sol existant.

Chaque forme locale possède des propriétés spécifiques découlant de sa formation et de sa situation; ces propriétés exercent une influence positive ou négative sur le système d'infiltration du sol et ont une influence sur la croissance des plantes compte tenu des conditions climatiques actuelles.

Literatur

BORER, F., 1980: Zum Wasserhaushalt eines dominierenden Baums in einem Bestand. Diss. ETH Nr. 6529.

FLÜHLER, H., 1973: Sauerstoffdiffusion im Boden. Mitt. eidg. Anst. forstl. Verswes. 49, 2:125-250.

RICHARD, F., LÜSCHER, P. und STROBEL, T., 1978: Physikalische Eigenschaften von Böden der Schweiz. Band 1. Sonderserie eidg. Anst. forstl. Vers'wes., Birmensdorf.

RICHARD, F., LÜSCHER, P. und STROBEL, T., 1981: Physikalische Eigenschaften von Böden der Schweiz. Band 2. Sonderserie eidg. Anst. forstl. Vers'wes., Birmensdorf.

ETUDE COMPARATIVE DE DIFFERENTS SYSTEMES DRAINS-FILTRE DANS UNE TOURBE CALCIQUE

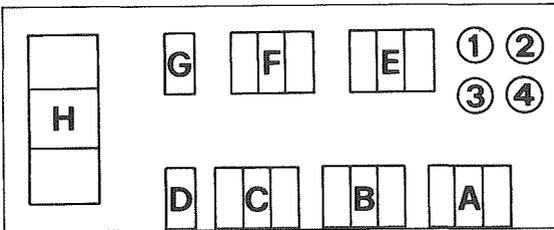
WALTER Michel
Institut de Génie rural EPFL
En Bassenges, 1024 ECUBLENS

1. BUT DE L'EXPERIENCE

Dans une tourbe critique sur le plan du colmatage (tourbe calcaïque de même type que la tourbe de Ballens mentionnée et étudiée par M. J.-F. Jaton (cf. 4), nous avons tenté de différencier les divers systèmes drains-filtres existant sur le marché et d'évaluer leur efficacité.

2. L'EXPERIENCE "EN LABO"

2.1 Le matériel utilisé

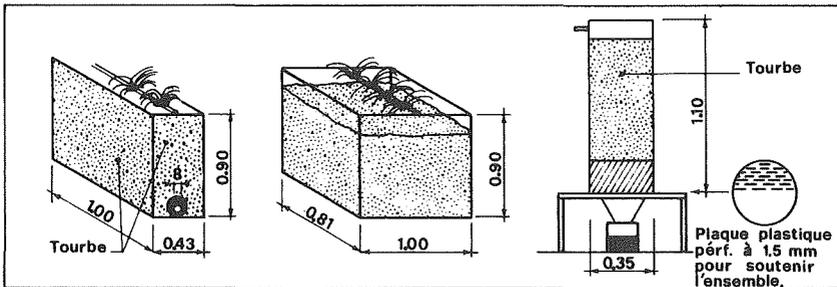


Nous disposons de 5 cuves A,B,C,F,E, parallélépipédiques chacune divisée en 3 éléments

1 grande cuve H aussi divisée en 3 éléments

2 éléments séparés D et G

4 cylindres 1 2 3 4



2.2 Le sol utilisé

Paramètres	T50	T80
Perte au feu	53.02	74.78
Carbone total	25.38	40.16
SI02	20.55	11.66
FE203	2.96	2.76
N total	1.74	2.60
MgO	0.79	0.59
K2O	0.63	0.35
P2O5	0.34	0.28

Nous avons adopté deux types de tourbes calcaïques différenciées par leur teneur respective en matière organique.

T50: tourbe à environ 50% MO
T80: tourbe à environ 80% MO

2.3 Les filtres utilisés

Nous avons choisi d'expérimenter les 7 filtres suivants pouvant être utilisés dans la pratique

- | | | | |
|-------------------|-------|----|----------------------------------|
| 1) gravier | 3/8 | G1 | 6) toile plastique percée nattée |
| 2) gravier | 8/15 | G2 | (XYROFOLL) |
| 3) gravier | 15/30 | G3 | 7) Antoc filtre d'enrobage |
| 4) sable grossier | | S | - composé de fibres de bois |
| 5) paille nattée | | P | préconisé dans le drainage |
| | | | des tourbes par le Prof.KUNTZE |
| | | | de Brême. |

2.4 Les drains utilisés

Nous avons expérimenté les 4 types de drains les plus fréquemment posés dans nos régions

Tableau 2:Caractéristiques géométriques des drains employés

Drains	Øext	Øint	Largeur des fentes (cm)	Longueur des fentes (cm)	Nbre de fentes /m	Cm2 de fente/m
SOMO (lisse)	8.9	8.4	0.15	3-3.5	50	48.8
DRAINFL. (annelé)	8.0	7.2	0.15	0.4	460	27.8
SIROPLA. (annelé)	9.7	8.	0.1	0.9	600	54
ANTOC (annelé)	5.0	4.4	0.15	0.4	500	30

2.5 Les diverses combinaisons essayées

Disposant de 20 éléments de cuves, nous avons adopté la répartition suivante:

SOL	TOURBE 50 % MO									TOURBE 80 % MO										
	SOMO				D		S	SOMO				D		S	S					
FILTRE	G1	G2	G3	S	P	X	G2	P	A	62	S	G3	G2	G1	P	A	G2	P	G2	G2
CUVE	A			B			C	E	E	D	F			G	E	H		H	C	
ELEMENT	1	2	3	4	5	6	8	9	10	20	11	16	17	18	15	19	12	13	14	7

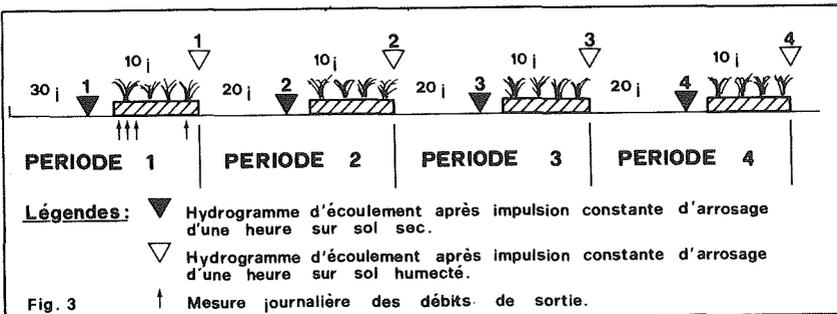
Tableau 3 Combinaisons choisies

3. METHODOLOGIE DE MESURE

Pour une approche de classification des divers systèmes expérimentés nous avons procédé par alternance de Phase de Mouillage - Ressuyage, sur 3 plans différents:

1^{er} plan: Expérience "CUVE" sur cuves A,B,C,D,F,G,H

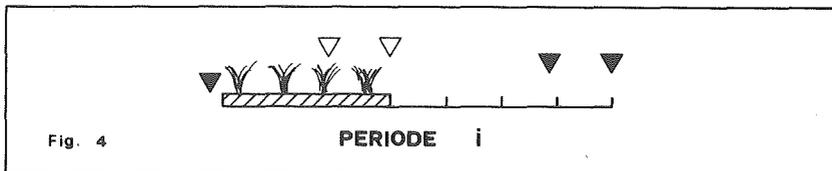
- 1) 3 x 21 jours d'arrosage continu avec mesures journalières des débits de sorties
- 2)



2^e plan: Expérience "CUVE E" ANTOC + T80 ANTOC + T50 SIROPL + T50

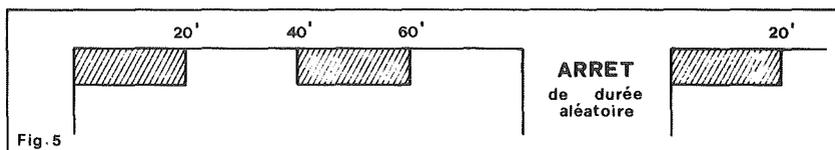
Après une amorce d'analyse du massif sur le plan chimique (avec arrosage à l'eau distillée) abandonnée en cours d'année du fait du mauvais fonctionnement du système d'approvisionnement en eau, nous avons procédé à une expérience de rattrapage sur une période plus courte.

Nous avons effectué 4 cycles ou périodes de mesure



3^e plan: Expérience "CYLINDRE" 1 2 3 4

Nous avons procédé à 2 expériences de test de filtre avec la séquence d'impulsion d'arrosage suivante.



1^{ère} expérience: gravier G2

4 épaisseurs croissantes de gravier moyen 7 - 11 - 17 - 21 cm.

2^{ème} expérience: matériau d'enrobage des tuyaux ANTOC:

1 sans filtre et 100g, 200g, 300g de matériau.

4. INTERPRETATION ET COMMENTAIRE DES RESULTATS ET CONCLUSIONS

4.1 L'expérience "CUVE"

Sur la vue des graphiques de variation des débits au cours des 3 périodes de 21 jours d'arrosage, aucune différence sensible ne se fait jour mis à part un aplatissement et un regroupement des courbes suivant les 2 types de sol. Le drain-filtre ANTOC se distingue par la constance de son débit de sortie contrairement aux autres dans les 2 premières séries.

4.1.2 Les hydrogrammes d'écoulement

Pour chaque période le résultat nous est donné sous la forme du graphique:

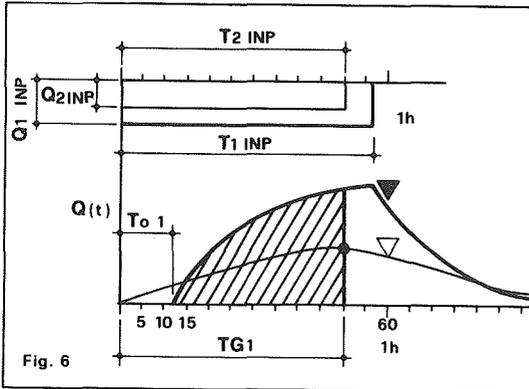


Fig. 6

Paramètre de l'impulsion et arrosage:

Q1INP: débit de l'expérience sur sol sec

T1INP: durée de l'impulsion

Q2INP: débit de l'expérience sur sol humecté

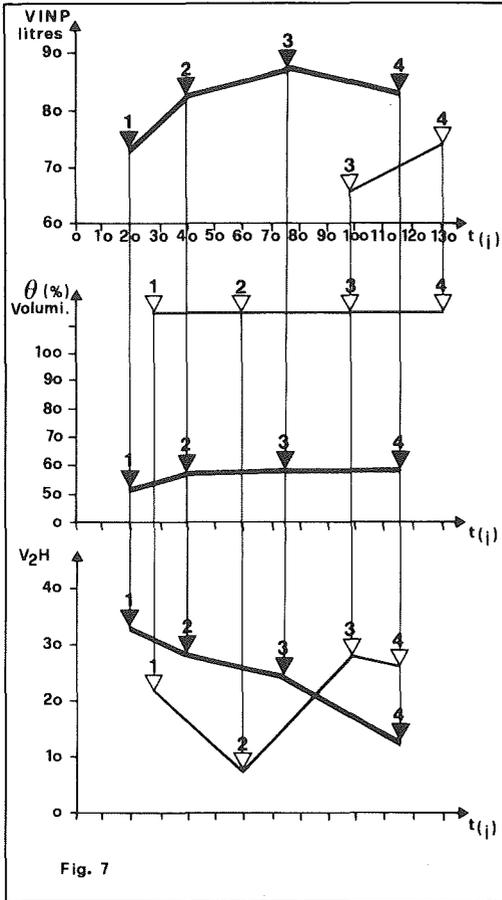
T2INP: durée de l'impulsion sur sol humecté

Paramètre de la réponse V12 H : volume écoulé en 2 h (sur sol sec)

TG1 : temps qu'il faut pour écouler la moitié de V12 H

TØ1 : temps d'humectage du massif

Pour donner une idée des résultats nous donnerons l'exemple de l'élément SOMO - XYROFOLL - T50, dans le drain duquel nous avons prélevé des quantités importantes de limon argileux (fraction minérale de notre tourbe). La toile plastique s'est comportée comme un tamis ne laissant passer que les éléments fins de la fraction minérale et est responsable du colmatage interne du drain. Dans les cas où l'on trouve un tel type de sol, sol de marais on ne peut en général remédier à un tel type de colmatage par des pentes suffisantes.



On constate sur la vue de la figure 7 un effet certain de colmatage non pas interne (puisque nos drains sont posés avec une pente suffisante pour éviter cet inconvénient) mais externe, dépôt autour des drains confirmé par les mesures de K conductivité hydraulique sur échantillon de profondeur.

$K = 10^{-4}$ ou surface jusqu'à 50 cm
 $K = 10^{-7}$ sur échantillon au voisinage du drain.

En calculant un indice de fonctionnement sur les 14 systèmes testés par cette méthode

$$I = \sum_{i=1}^4 TG * \frac{VINP}{V2H}$$

Calcul effectué sur expérience en sol sec.

Tableau 4:Essai de classement des systèmes utilisés

Num. de cl.	Système	I	Num. de cl.	Système	I	Num. de cl.	Système	I
1	SIR+G1+T80	727	6	SOMO+G2+T50	1249	11	SOMO+G3+T50	1559
2	SOMO+G1+T80	1090	7	SOMO+XYR+T50	1290	12	SOMO+G2+T80	1593
3	DRAIN+G2+T50	1127	8	SOMO+PAI+T50	1332	13	SOMO+G1+T50	1594
4	SOMO+PAI+T50	1332	9	SOMO+SAB+T80	1475	14	SOMO+G3+T80	1603
5	DRAIN+PAI+T50	1214	10	SOMO+SAB+T50	1505			

Nous obtenons le classement suivant pour la "Cuve E"

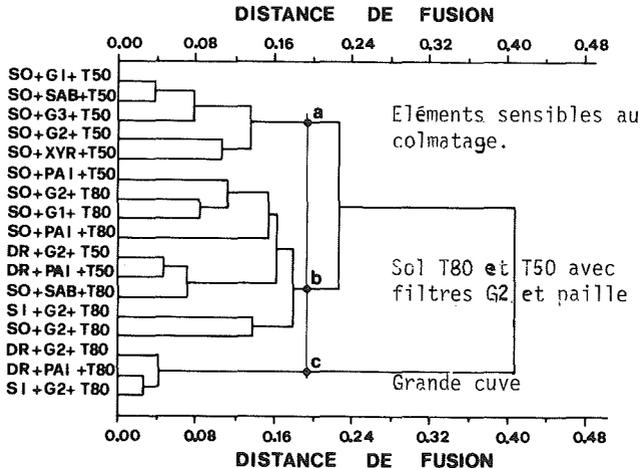
Num. de cl.	Système	I
1	ANTOC+T50	538
2	ANTOC+T80	556
3	SIROP+G2+T50	576

On remarquera la mention spéciale pour le gravier fin en tourbe minéralisée.

D'autre part, comme mentionné ci-dessus, nous éviterons l'emploi de la toile plastique percée là où il est impossible d'avoir des pentes suffisantes pour évacuer les dépôts à l'intérieur du drain.

En ce qui concerne le choix du tuyau proprement dit, l'expérience n'a pas permis de les différencier d'une manière significative et donnerait une légère préférence à SIROPLAST, suivi de DRAINFLEX, suivi de SOMO.

Pour les filtres, seul le gravier moyen G2 et la paille sont retenus. On arrive aux mêmes conclusions en procédant à une classification hiérarchisée sur la base des paramètres définis précédemment.



Expérience E:

Le même calcul d'indice favorise le DRAIN FILTRE ANTOC par rapport au drain SIROPLAST + G2.

Expérience cylindre

Quelques résultats sont acquis, mais demande confirmation pour répétition d'expérience.

Ces résultats semblent confirmer la tendance actuelle de mettre des filtres organiques (paille) par souci d'économie mais ceci risque de grever la durée de fonctionnement des réseaux. Cela nécessiterait une étude à long terme de décomposition de la paille dans chaque type de sol.

Bibliographie

- 1) Recherches écologiques sur l'évolution de la matière organique des sols tourbeux (Thèse). G. MENUT, Université Nancy I (France).
- 2) Etudes de quelques propriétés des sols tourbeux et leur influence sur le drainage. J.-F. JATON, IGR-EPFL n° 133 (Lausanne)
- 3) Précis de pédologie. Ph. DUCHAUFOUR MASSON et Cie.
- 4) Considérations sur le drainage des sols tourbeux et les risques de colmatage. J.-F. JATON, IGR EPFL n° 129 (Lausanne 1976).
- 5) Enveloppe en sable et en gravier. Robert LAGACE, prof. au Département de Génie rural, Université LAVAL/Québec.
- 6) Etude des profils de pH et de potentiel d'oxydo-réduction de sols hydromorphes calciques (Modification des profils sous l'effet de microorganismes). J.-F. JATON et A. GALLUSSER, IGR n° 135 (Lausanne).
- 7) L'influence des filtres drainants organiques sur déplacement de l'extraction des fers dans le sol et dans le drain. B. SHEFFER.
- 8) Influence du type de tuyaux et de filtres sur l'obstruction d'ocre. H. KUNTZ, Wasser und Boden 4, 1974.

FILTRATIONSVERLAGERUNG ¹⁴C MARKIERTER ORGANISCHER SUBSTANZ
IN EINEM ANDOSOL AM Mt. KENYA

ERWIN FREI, Geographisches Inst., Universität Bern, CH 3012 Bern
ERNST SCHUETZ, Eidg. Landw. Forschungsanstalt, CH 8046 Zürich

ZUSAMMENFASSUNG

Radioaktive Zellulose wurde 1 cm tief in den Humus eines Andosols eingemischt. Nach 17 Monaten waren noch rund 30% des ausgebrachten Radiokohlenstoffs vorhanden. Etwa 2% davon befanden sich unterhalb 15 cm Profiltiefe, eingebaut in Huminsäuren und in Huminen.

Daraus ist zu schliessen, dass sich Zellulose im Andosol rasch abbaut und, dass zugleich in geringem Ausmass Huminsäuren entstehen. Diese können im Andosolprofil tiefenwärts filtrieren.

RESUME

De la cellulose radioactive a été introduite à 1 cm de profondeur dans l'humus d'un andosol. Dix-sept mois plus tard on constatait encore la présence de 30% du carbone radioactif introduit, dont 2% se trouvaient en dessous de 15 cm de profondeur, incorporé aux acides humines et aux humines.

On en conclut que la cellulose se décompose rapidement dans cet andosol et que des acides humines en proviennent dans une faible mesure. Celles-là peuvent filtrer en profondeur dans le profil du sol.

EINLEITUNG

In der alpinen Stufe tropischer Hochgebirge ist der Andosol, im USA-System Andepts genannt, sehr verbreitet. Er fällt durch seinen mächtigen, humusreichen, sehr dunklen Oberboden auf. WADA und HIGASHI (1976) fanden im Andosol Eisen und Aluminium in komplexer Bindung mit Huminstoffen. Bindungen zwischen Allophanen und Huminstoffen wurden ebenfalls nachgewiesen. Bekannt ist auch die Filtrationsverlagerung metallorganischer Verbindungen in Bodenprofilen (FREI, E. 1964).

Durch einen Feldversuch mit ^{14}C markierter Zellulose, hofften wir Einblick in den Humifizierungsverlauf und die Filtrationsverlagerung frisch gebildeter Huminstoffe im Andosol zu erhalten.

STANDORT

Der untersuchte Pedon

Nördlich der Gipfelregion des Mt. Kenyas in Kenya erstreckt sich zwischen 3100 und 3500 m ü.M. eine ausgedehnte, schwach durchtalte vulkanische Hochebene. In ihr wählten wir als Versuchsparzelle auf 3320 m ü.M., eine 5% nach Süden geneigte, gleichmässige Stelle aus. Ihre Lage kann angegeben werden mit $37^{\circ}23'$ E und $00^{\circ}01'$ S, etwa 100 Schritte oberhalb des Timau Tracks, 1 km vor der ehemaligen Feuerbeobachtungsstation.

Die Gras- und Buschvegetation ist für diese Höhenstufe typisch. Die starken Horste der Festuca und Carex Arten sind durchsetzt mit zahlreichen Kräutern und mosaikartig aufgelockert durch Erica-, Philippia-, Hypericum-, Euriopsis-, Helichrysumbüsche.

Ausser in versumpften Mulden und an felsigen Steilstufen, ist der Andosol hier überall vertreten. Der ausgewählte Pedon ist als mittelgründig zu bezeichnen, während in leicht konkaven Geländeteilen sehr tiefgründige Profile vorkommen. Das untersuchte Bodenprofil ist wie folgt aufgebaut.

- 0-42 cm Ah-Horizont, humusreich, bräunlich schwarz bis sehr dunkel rötlich braun 5YR 2/3 - 2/2, porös.
 Unterteilung:
 1-2 cm lose Streueauflage;
 bis 10 cm, kleinkrümeliges Lockergefüge, schwach wurzelverfilzt, Schlufflehm;
 bis 35 cm, schwach bindiges Krümel-bis Schwammgefüge, Huminstoffhüllen produzieren schwarze Krümeloberflächen;
 bis 42 cm, schwach bindiges Bröckelgefüge, schwärzlich braun getönt, Humushüllen vorhanden.
- 42-65 cm Bw-Horizont, mässig bindiges Bröckelgefüge, aus humosem Schlufflehm mit vereinzelt Steinchen, verbraunt.
- 65-80 cm BC-Horizont, Primitivgefüge aus humusarmem, sandigem Lehm, skeletthaltig.
- 80-100 cm C-Horizont, Uebergang zum harten Fels (Phonolit und vulkanische Breccien).

Tabelle 1 Bodenuntersuchung, Profil 75 (SPECK, unveröffentl.)
 *) Werte aus Profil 8, (FREI, 1978)

Horiz. cm	pH	KUK mval/ 100g	C %	Ton %	Schluff %	Poren Vol.% *)	Raumgew. g/ml *)
Ah- 10	5,0	31	4,9	10	68		
30	6,1	27	5,0	14	65	82	0,40
Bw- 60	6,0	14	3,1	18	50	68	0,77
BC- 80	5,9	10	0,9	12	42		

Das Bodenklima ist durch die äquatoriale Gebirgslage geprägt. Während der Nacht erreicht die Bodenoberfläche nahezu den Gefrierpunkt, an einem sonnigen Tag im Dezember, hat man um 16 Uhr, in 40 cm Bodentiefe 9,7°C gemessen (MESSERLI, 1980).

Versuchsanlage

Im beschriebenen Gebiet wurde eine Parzelle von 1 m^2 Fläche verpflockt. Nachdem die Vegetation über dem Boden abgeschnitten und beiseite gelegt war, breiteten wir $6,25 \text{ g}$, mit radioaktivem Kohlenstoff markierte Zellulose gleichmässig aus. Sie enthielt ^{14}C in einer Konzentration, die $50 \mu\text{Ci}$ Aktivität entspricht ($\text{Ci} = \text{Einheit der Radioaktivität} = 3,7 \cdot 10^{10}$ Kernzerfälle pro Sekunde), das sind $1,11 \cdot 10^8$ Zerfälle pro Minute.

Nachdem das Zellulosepulver noch etwa 1 cm tief in den Boden eingemischt war, deckten wir die Parzelle mit der abgeschnittenen Vegetation. Diese Versuchsanlage erfolgte am 9. Februar 1979, die erste Probenahme am 15. Juli 1980. Zu diesem Zeitpunkt hatte die Vegetation kaum ausgetrieben, die Vegetationsstreu war dürr und die Versuchsanlage zeigte sich intakt.

Methoden

Zur Entnahme von Bodenproben öffneten wir ausserhalb der Versuchsfläche ein kleines Bodenprofil, von dem aus die Proben exakt entnommen werden konnten. Diese Prozedur beanspruchte etwa $0,1 \text{ m}^2$ der Versuchsfläche. Die Proben von je etwa 2 kg wurden luftgetrocknet und in Plastiksäcken in die Schweiz geflogen.

100 g Boden wurden mit $4 \text{ Liter } 0,5 \text{ M}$ Natronlauge übernacht gerührt, wobei sich die Humin- und die Fulvosäuren als Natriumhumate lösen. Der ungelöste Rest besteht aus hochkondensierten Huminen und Nichthuminstoffen (z.B. Zellulose). Dieser Rest wurde neutralisiert, gewaschen, getrocknet und der Bestimmung des ^{14}C Gehaltes zugeführt. Die in der Natronlauge gelösten Humate wurden mit Salzsäure bei $\text{pH } 1$ behandelt, zur Ausfällung der Grau- und Braunhuminsäuren. Der abzentrifugierte Niederschlag wurde mit destilliertem Wasser gewaschen, bis er einen pH Wert von 3 erreichte, bei 70°C getrocknet und zur Analyse verwendet. In der sauren Lösung bleiben die Fulvosäuren und eventuell vorhandene lösliche Kohlehydrate; diese Fraktion wurde nicht weiter untersucht.

Das zur Aktivitätsmessung gelangende Material wurde im Sauerstoffstrom zu CO_2 oxidiert. Dieses wird bei einer mehrstufigen Synthesefolge zu Benzol umgesetzt. Im Benzol ist der Radiokohlenstoff eingebaut, seine Impulse lassen sich mit dem Flüssigszintillations-Apparat zählen; er vermag

83% der beim radioaktiven Zerfall emittierten β -Strahlen zu messen.

Herrn H.-R. Bosshard danken wir für die Vorbereitung und Durchführung der Analysen.

ERGEBNISSE

Die Huminstofffraktionen wiesen die folgenden Anteile am Gesamthumus auf (Tab. 2). Die Fulvosäure ist als Differenz berechnet.

Tabelle 2 Anteile der Humusfraktionen als org. Kohlenstoff
g C pro 100g Trockensubstanz

Schicht cm	Organische Substanz, gesamt	Braun- und Grauhumin- säuren	Humine (unlöslicher Rest)	Fulvosäure (nicht fällbarer Teil)
0-10	12,0	6,0	4,4	1,6
15-25	9,2	3,2	3,6	2,4
30-40	6,2	2,3	2,1	1,8

Die spezifische Aktivität des Radiokohlenstoffs in den Humusfraktionen zeigte die folgenden Werte.

Tabelle 3 Spezifische Aktivität pro g Kohlenstoff der organischen
Substanz (Impulse pro Minute)

Schicht cm	Braun- und Grauhumin- säuren	Humine (unlöslicher Rest)
0-10	3611	4806
15-25	61	113
30-40	25	62

Der Gesamtkohlenstoffgehalt des 40 cm mächtigen Ah-Horizontes auf einer Grundfläche von einem Quadratmeter beträgt etwa 18'000 g C. Jede 10 cm Probeschicht enthält, je nach Gehalt an org. Substanz, zwischen 3000 - 6000 g C. Aus der spezifischen Aktivität pro 1 g C lässt sich die Aktivität des Kohlenstoffs der Fraktion in den einzelnen Schichten berechnen.

Tabelle 4 Aktivität des organischen Kohlenstoffs pro 10 cm Schichten der behandelten Fläche von 1 m² (Impulse pro Minute x 10⁷)

Schicht cm	Braun- und Grauhumin- säuren	Humine (unlöslicher Rest)	Fulvosäure nicht fällbarer Teil	Total
0-10	1,08	1,06	0,34	2.48
15-25	0,01	0,02	0,01	0,04
30-40	0,003	0,006	0,004	0,013
Zwischenschichten zusammen				0,3 2,83

Den Umrechnungen in der Tabelle 4 haften kleine Unsicherheiten an, weil die 5 cm mächtigen Zwischenschichten und die Fulvosäure-Fraktion nicht auf ihre Aktivitäten untersucht werden konnten. Nach 17 Monaten Versuchsdauer stehen somit 2,83.10⁷ Impulse pro Minute in der gesamten organischen Substanz der Quadratmeterparzelle bis auf 40 cm Profiltiefe, einem Sollwert von 9,2.10⁷ Imp gegenüber, was einer Wiederfindungsrate von etwa 30% entspricht.

DISKUSSION

Zellulose wurde als Versuchssubstanz gewählt, weil sie sich im Boden ziemlich rasch abbaut, ausserdem ist sie unter Feldbedingungen und auch in 0,5 M Natronlauge unlöslich. Die radioaktive Zellulose misste also an der Bodenoberfläche bleiben, bis sie enzymatisch abgebaut wird. Bei diesem Vorgang wird der grösste Teil des Kohlenstoffs als Kohlendioxid an die Luft abgegeben (FREI 1971), in unserem Fall, während 17 Monaten 70% C aus der vorgelegten Zellulose. Zahlreiche Autoren haben jedoch festgestellt, dass ein Teil des Kohlenstoffs der Zellulose in Huminsäuren eingebaut wird. Solche Huminsäuren sind im untersuchten Andosol in allen Horizonten vorhanden (Tab. 1). Obwohl der Anteil an radioaktivem Kohlenstoff in den tieferen Humushorizonten kaum 2% der Gesamtaktivität beträgt, dürfte diese doch auf eine Huminsäureverlagerung im Profil hinweisen. Beim Zelluloseabbau entstehen lösliche Zwischenprodukte (ALEXANDER 1977), sie könnten eventuell auch eine ¹⁴C Verlagerung im Profil bewirkt haben. Von grosser Bedeutung ist dies jedoch nicht, da die Radioaktivität auch in der Huminsäure- und in den Humin-Fractionen vorhanden ist.

Ein weiterer Einwand gegen die Hypothese der Filtrationsverlagerung von Huminsäuren im untersuchten Fall, ist die mögliche biologische Einmischung von ^{14}C durch Bodentierchen und Pflanzenwachstum. Obwohl auch diese Entgegnung nicht ganz entfällt, ist zu beachten, dass die biologische Aktivität des Bodens relativ schwach ist, mobile Metazoen sind nicht sehr zahlreich. Die abgeschnittene Vegetation hatte sich kaum erholt, sodass die Assimilation des veratmeten CO_2 beim Zelluloseabbau keine grosse Rolle gespielt haben kann. Das Vorhandensein von radioaktivem Kohlenstoff in den Braun- und Grauhuminsäuren der tieferen Horizonte stützt die Annahme der Filtrationsverlagerung dieser Huminsäuren.

FOLGERUNGEN

Die Versuchsdauer von nur 17 Monaten ist sehr kurz für ein pedogenetisches Experiment, sodass keine abschliessenden Folgerungen möglich sind. Die rasche Bildung von Huminsäuren aus Zellulose, sowie die Filtrationsverlagerung dieser Huminsäuren im untersuchten Andosolprofil können jedoch kaum bezweifelt werden. Ueber die Komplexbildung der Huminsäuren mit Metallen und Tonen bei der Dispergierung und der Koagulation sind besondere, weitere Forschungen nötig.

Die Tatsache der Huminsäureverlagerung vom Obergrund des Andosols in den Unterboden hat Konsequenzen bei der Altersbestimmung fossiler Horizonte aus dem radioaktiven Kohlenstoff. Die Huminsäuren lassen sich zwar mit Natronlauge extrahieren, wodurch bessere Resultate entstehen (FREI, SCHUETZ, 1978) es bleibt jedoch ein Rest von Unsicherheit. Die laugenunlösliche Humin-Fraktion enthält besonders auch die lebenden Wurzeln, die in wenig tiefgelegene fossile Horizonte eindringen können. Ein sauberes Trennverfahren der eigentlichen Humine von den übrigen laugenunlöslichen organischen Substanzen fehlt zur Zeit.

LITERATUR

ALEXANDER, M., 1977: Introduction to soil microbiology. Microbiology of Cellulose. John Wiley & Sons, New York.

- FREI, E., 1964: Micromorphology of some tropical mountain soils. Soil Micromorphology, Elsevier Publ. Comp., Amsterdam. 307-311.
- FREI, E., 1971: Einfluss der organischen Dünger und der Vegetation auf den Humuszustand des Bodens. Schw.Landw.Forschung, 4, 352-373
- FREI, E., 1978: Andepts in some high mountains of East Africa. Geoderma, 21 (1978) 119-131.
- FREI, E., SCHUETZ, E., 1978: Ergebnisse und Interpretation von Altersbestimmungen in Böden. Bodenkundl.Ges.Schweiz 2 32-41.
- MESSERLI, B., 1980: Die afrikanischen Hochgebirge und die Klimageschichte Afrikas in den letzten 20'000 Jahren. Klima-Analysen und Modelle. Springer-Verl.Berlin. 64-90.
- SPECK, H., unveröffentlicht: Böden des Mt.Kenya-Gebiets. Diss. in Vorbereitung.
- WADA, K., HIGASHI, T., 1976: The categories of aluminum- and ironhumus complexes in Ando soils determined by selective dissolution. J.Soil Sci. 27, 357-368.

ZUR BODENENTWICKLUNG AUF MORAENEN IN DEN ALPEN

P. FITZE: Geographisches Institut der Univ. Zürich, Postfach, 8033 Zürich

1. PROBLEMSTELLUNG UND METHODEN

Im Zusammenhang mit Untersuchungen von Gletschervorfeldern stellt sich immer wieder das Problem, ehemalige Moränen zeitlich einzustufen. Dazu gelangen verschiedene Methoden zur Anwendung: ^{14}C -Methode, Pollenanalyse, Berechnungen der Schneegrenzdepression sowie bei historischen Moränen Vergleiche mit Stichen und alten Karten. Wenn man nun voraussetzt, dass die Moränen seit ihrer Ablagerung nicht mehr gestört worden sind (!), müsste es eigentlich auch möglich sein, mit Hilfe der Bodenentwicklung auf diesen Moränen zeitliche Unterschiede zu ermitteln und in einem ersten Schritt mindestens eine relative Chronosequenz aufzustellen. Dies ist aber nur zu erreichen, wenn möglichst viele der für die Bodenbildung verantwortlichen Faktoren in einem Untersuchungsgebiet als vergleichbar angesehen werden können. Unser Testgebiet "Morteratsch" scheint sich für Untersuchungen dieser Art recht gut zu eignen:

Das ganze Einzugsgebiet des Morteratschgletschers gehört geologisch zum kristallinen Kern der Berninadecke, so dass bei allen Moränen etwa das gleiche Ausgangsmaterial erwartet werden kann. Das eigentliche Untersuchungsgebiet ist relativ klein mit einer Horizontalerstreckung von 2 km und einer vertikalen Ausdehnung von max. 200 m. Dank dieser geringen Ausdehnung und der ähnlichen Exposition des Testgebietes ist auch die klimatische Einheit gegeben. Da zudem der ganze Hang bewaldet ist, kann zumindest die rezente Bodenerosion als unbedeutend angesehen werden. Im ganzen Untersuchungsgebiet (Fig. 1) dominiert der Bodentyp des Eisenpodsoles. Einzig auf den Moränen des letzten Jahrhunderts sowie im jüngeren Bereich und an einigen sehr steilen Lokalitäten sind nur Ranker ausgebildet. An 16 Profilen (13 Podsole, 3 Ranker) aus dem ganzen Untersuchungsgebiet wurden nun einige der wichtigsten Bodeneigenschaften unter die Lupe genommen (Horizontmächtigkeiten, Versauerungsgrad, Verwitterung, Verlagerung von organischem Kohlenstoff und der Sesquioxide). Von Anfang an mussten genaue Bilanzierungen ausgeschlossen werden, da es in den meisten Fällen völlig unmöglich war, im extrem grobblockigen Moränenmaterial den Anteil der Feinerde am Gesamtvolumen auch nur annähernd zu bestimmen.

Das Ziel, aus den verschiedenen Eigenschaften eine Chronosequenz der Podsolbildung für diese Region aufzustellen, wurde nur beim Verhältnis Al_d/Fe_d erreicht, die andern Wege führten zu keinem vernünftigen Ergebnis. Dabei muss allerdings auch die glazialmorphologische Situation berücksichtigt werden: Nach Fig. 1 hat der Morteratschgletscher vor etwa 10 - 12'000 Jahren wohl den ganzen Talkessel aufgefüllt, doch dürfte sich der Zusammenbruch des ganzen Eisstromes bis zur neuzeitlichen Grössenordnung in Analogie zu andern Gletschern nicht allmählich, sondern fast schlagartig vollzogen haben, womit die Bodenbildung im ganzen Testgebiet mehr oder weniger gleichzeitig einsetzen konnte.

<u>Negativ:</u>	Mächtigkeit	(abhängig von der Textur des Ausgangsmaterials)
	organ. C	(schon im max. 1100 Jahre alten Boden ist die typische Verteilung erreicht; nur die Ranker weisen eindeutig andere Werte auf)
	pH-Wert	(keine signifikanten Unterschiede zwischen jüngstem und ältestem Podsol, vgl. Fig. 2)
	Fe_d, Al_d	(keine Aussage, da Bilanzierung nicht möglich)
	Fe_o/Fe_d	(falls überhaupt von einem Trend gesprochen werden kann, weist er in die falsche Richtung)
	Fe_d/Fe_t	(keine Unterschiede zwischen dem jüngsten und dem ältesten Podsol)
	$Fe_{si}(E)/Fe_{si}(Bfe)$	(kein Trend, grosse Streuung) Anmerkung: $Fe_{si} = Fe_t - Fe_d$
<u>Positiv:</u>	Al_d/Fe_d	(je älter ein Boden, desto grösser)

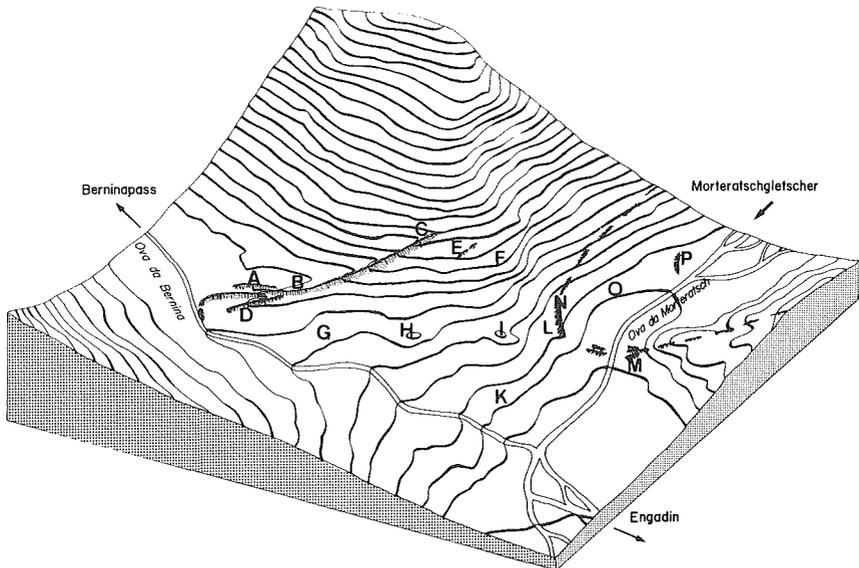


Fig. 1: Blockdiagramm vom Morteratschgebiet mit den untersuchten Lokalitäten. A bis C auf spätglazialen Moränen (etwa 10 - 12'000 Jahre alt), N bis P: Rankerprofile (N auf Moräne des 19. Jahrhunderts). Lokalität M: Komplex aufgebauter Moränenwall mit Moränen Ma und Mb.

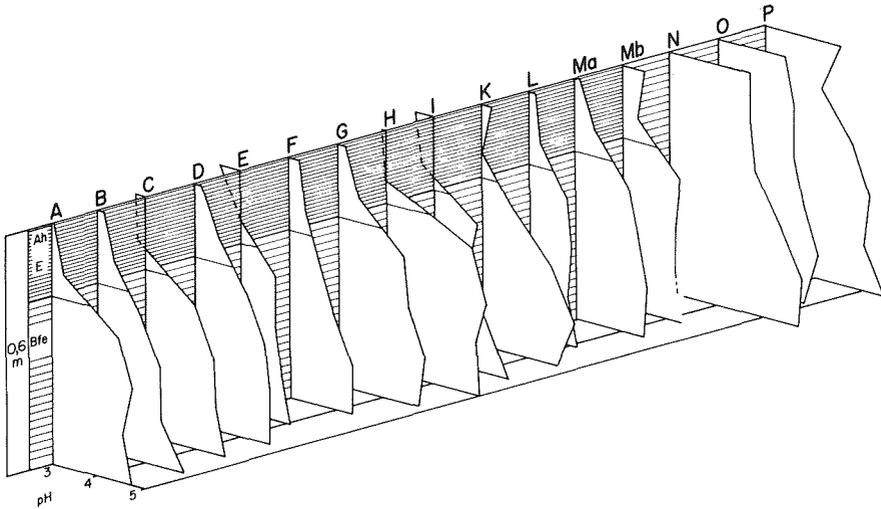


Fig. 2: pH-Werte der 16 Bodenprofile. Messung mit Glaselektrode in n KCl-Lösung.

2. DAS Al_d/Fe_d -VERHAELTNIS

Dieses Verhältnis scheint in unserem Testgebiet ein vernünftiges Alterskriterium darzustellen (Fig. 3) und erlaubt auch eine sinnvolle morphologische Interpretation.

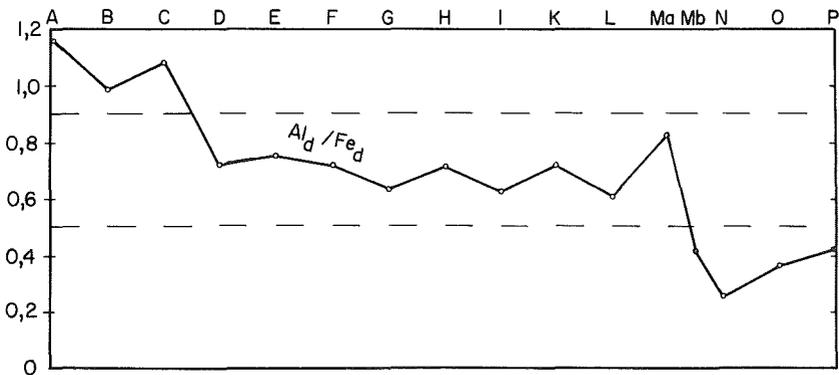


Fig. 3: Darstellung der mittleren Al_d/Fe_d -Verhältnisse ($\Sigma Al_d/\Sigma Fe_d$) der Bfe-Horizonte (resp. BC-Horizonte) aller 16 Profile. Die Abgrenzung der drei Gruppen erfolgte rein visuell.

Eine Bestätigung unserer Vermutung, wonach dieses Verhältnis zur Altersgliederung herangezogen werden kann, ergibt sich aus den weiteren Untersuchungen der Lokalität "M" (Fig. 4). Wir erkennen den Doppelwall aus dem 19. Jahrhundert (für Bachbettverbauungen ausgebeutet) und den aus zwei übereinanderliegenden Moränen aufgebauten Wall dahinter, also etwas weiter vom Gletscher weg. Durch die jüngere Ueberschüttung wurde der ältere Boden zugedeckt. Eine ^{14}C -Bestimmung dieses fossilen Ah-Horizontes in etwa 1 m Tiefe hat ein Alter von 1143 ± 44 Jahren B.P. ergeben. Dies bedeutet, dass die jüngere Moräne (Mb) kaum älter als etwa 1100 Jahre alt sein kann, der ältere Wall (Ma) ist damit jedoch nicht bestimmt, ein spätglaziales Alter kann nicht ausgeschlossen werden. Auf beiden Wällen hat sich ein Podsol gebildet.

Währenddem sich das Al_d/Fe_d -Verhältnis im Bfe-Horizont des Podsoils Mb um den Wert von 0,4 bewegt (Mittel 0,42), beträgt es im Mittel des älteren Podsoils (Ma) 0,84. Wir befinden uns also hier in der Situation, wo zwei eindeutig verschieden alte Böden sich auch durch das Al_d/Fe_d -Verhältnis deutlich unterscheiden. Der Wert des unteren Bodens deckt sich gut mit den Werten der Lokalitäten D - L.

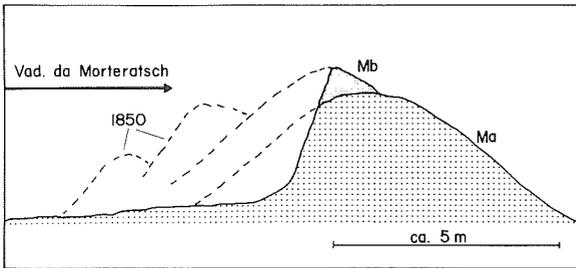


Fig. 4: Situations-skizze der Lokalität "M"

Einen weiteren Hinweis für die Richtigkeit unserer Vermutung erhalten wir aus folgendem Grobversuch (Fig. 5):

Wenn die ausgewaschenen Sesquioxide im Bfe-Horizont wieder immobilisiert werden, bilden sie Krusten um die dort befindlichen Gesteinspartikel. Eine solche Kruste sollte zumindest theoretisch den zeitlichen Ablauf in der Pedogenese widerspiegeln, indem die im Jugendstadium eines Bodens ausgefallenen Oxide eher im inneren Teil und die dem heutigen Prozess entsprechenden zuäusserst angelagert werden, also den normalen Altersaufbau einer Kruste wiedergeben. Zu diesem Zweck wurden von einigen Steinen aus einem Bfe-Horizont sorgfältig nur die obersten Krustenteile abgekratzt und analysiert. Für eine zweite Analyse wurde die noch verbliebene Restkruste ganz abgeschabt. Die beiden Resultate zeigen eindeutig, dass das Al_d/Fe_d -Verhältnis von innen nach aussen, also mit zunehmendem Bodenalter zunimmt. Auch ein zweiter Versuch führte zum gleichen Resultat. Es ist allerdings aus einem solchen Versuch nicht möglich, eine angelagerte Kruste von einer Bildung in-situ bei der Verwitterung zu unterscheiden.

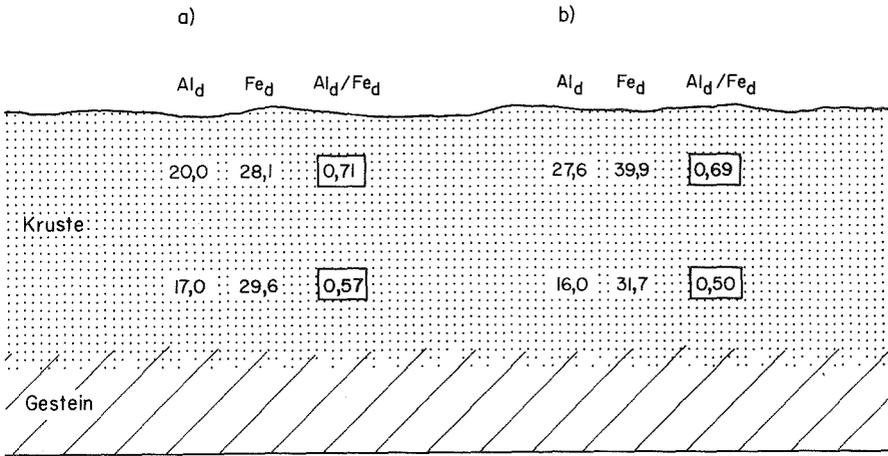


Fig. 5: Analysendaten zu den im Text beschriebenen Versuchen (Angaben von Al_d und Fe_d in Gewichtspro mille). Bei beiden Versuchen (a und b) wurden Steine aus dem gleichen Bfe-Horizont untersucht

Aufgrund des positiven Ergebnisses dieses ungenauen Versuchs wurde eine detaillierte Untersuchung eines Krustenabschnitts mit Hilfe der an das Rasterelektronenmikroskop gekoppelten energiedispersiven Röntgenanalyse (EDAX) vorgenommen. Diese semiquantitative Methode führte wiederum zu einem deutlichen Unterschied zwischen innerer und äusserer Krustenpartie: Während der Al-Gehalt in beiden Bereichen etwa gleich gross ist, beträgt der Fe-Gehalt im inneren der Kruste fast das Dreifache des äusseren Bereiches! Es ergibt sich somit auch aus diesem Versuch, dass das Al/Fe-Verhältnis im inneren Krustenbereich deutlich kleiner ist als im äusseren Bereich. Obwohl das hier ermittelte Fe und Al nicht zwingend mit dem Fe_d oder dem Al_d übereinstimmen muss, bestätigt sich auch in diesem Versuch unsere These.

3. INTERPRETATION

Für die Deutung in bezug auf die Bodenbildung gehe ich davon aus, dass weder Al noch Fe mit dem Sickerwasser selektiv aus dem Bodensystem entfernt werden, was zwar nicht belegt werden kann. Aus unseren Resultaten lässt sich somit folgern, dass am Anfang der Verwitterung vor allem Fe aus den Mineralen freigesetzt wird und erst mit der Zeit vermehrt Al. Es ist aber ein fast aussichtsloses Unterfangen, beispielsweise mit sog. Stabilitätsreihen von Mineralen einen Schritt weiter zu kommen. Wichtig scheint mir in diesem Zusammenhang jedoch die oft erwähnte Behauptung, dass Minerale, welche Fe²⁺ enthalten, zu den instabilsten zu rechnen sind und demzufolge sehr rasch verwittern. Es ist also anzunehmen, dass die Aenderung in der Freisetzungsrate von Fe und Al im Verlauf der Zeit auf unterschiedliche Mineralstabilitäten zurückzuführen ist.

Dass in unserem Untersuchungsgebiet mit der Zeit der Al-Gehalt bei den pedogenen Oxiden zunehmen sollte (immer im Vergleich zum Eisen) lässt sich auch aus folgenden Werten ableiten:

Morteratschgebiet:

- Al_d/Fe_d : 0,4 - 1,2
- Al_t/Fe_t : 2,6
- Al_{si}/Fe_{si} : 3,7 ($= (Al_t - Al_d)/(Fe_t - Fe_d)$)

Es ergibt sich daraus die Folgerung, dass mit zunehmender Verwitterung, also im Verlauf der Zeit (bis zur fiktiven Totalzersetzung), das erste Verhältnis anwachsen muss. Zudem belegt das dritte Verhältnis (Al_{si}/Fe_{si}), dass die Restminerale schon sehr stark an Eisen verarmt sind, ist doch dieses Verhältnis für einen mittleren granitischen Chemismus und auch im Vergleich zum Verhältnis Al_t/Fe_t sehr hoch.

Wenn tatsächlich die unterschiedliche Stabilität der Minerale die Ursache für die Veränderungen im Al_d/Fe_d -Verhältnis ist, lässt sich auch einsehen, dass eine solche Methode nicht generell anwendbar ist. Falls in einer bestimmten petrographischen Region instabile Minerale mit einem hohen Al-Gehalt vorherrschen, ist dieses Verhältnis sicher unbrauchbar. In solchen Gebieten müsste man sich zuerst ein Bild über die Richtung der Verwitterung machen, ähnlich wie das mit den drei Verhältnissen aufgezeigt wurde.

Literatur

- BEELER F. (1977): Geomorphologische Untersuchungen am Spät- und Postglazial im Schweizerischen Nationalpark und im Berninapassgebiet (Südrätische Alpen). Erg. wiss. Unters. Nat.park, XV, p. 131 - 276.
- BLUME H.P. und SCHWERTMANN U. (1969): Genetic evaluation of profile distribution of Aluminium, Iron, and Manganese Oxides. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 33, p. 438 - 444.
- FRANZMEIER D.P., WHITESIDE E.P. and MORTLAND M.M. (1963): A chronosequence of podzols in Northern Michigan. Mich. Agr. Expt. Sta. Quart. Bul., 46, p. 1 - 57.
- JACKSON M.L. (1958): Soil chemical analysis. Constable & Co., London, 498 pp.
- PALLMANN H. und HAFFTER P. (1933): Pflanzensoziologische und bodenkundliche Untersuchungen im Oberengadin. Ber. d. Schweiz. Bot. Ges., 42 (2), p. 357 - 466.
- TORRENT J., SCHWERTMANN U. und SCHULZE D.G. (1980): Iron oxide mineralogy of some soils of two river terrace sequences in Spain. Geoderma, 23, p. 191 - 208.
- ZECH W. und WILKE B.-M. (1977): Vorläufige Ergebnisse einer Bodenchronosequenzstudie im Zillertal. Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Ges., 25, p. 571 - 586.

BODEN- UND VEGETATIONSENTWICKLUNG
AUF EHEMALIGEN LANDWIRTSCHAFTLICHEN NUTZFLÄCHEN

E. W. Alther, Kantonale Fachstelle für Bodennutzung, 9230 Flawil

Aufgelassene landwirtschaftliche Nutzflächen (LN) im Bereiche der Zentral- und Südalpen sind erneut in den quantitativen Bodenschutz miteinzubeziehen. Gegenstand dieser Untersuchungen sind Flächen der Gemeinde Curio TI, in der während der letzten 100 Jahre 87 % der ehemaligen LN aufgelassen worden sind. Im gleichen Zeitraum nahm auch der Rindviehbestand um 97 % ab.

Bestandene Wälder mit Hochstämmen tragen Bezeichnungen wie

Ganna, Gerëe (Waldflächen an Steilhängen und an Standorten flachgründiger Böden), Garavëe (schlechte Baumbestände auf Böden wechselnder Arten und Typen), Slavina, Motto di Lelëta (Baumbestände und Waldflächen in Rutschgebieten), Selvette, Selvaccia (verwilderte Kastanienselve, Kastanienwald).

Solche Flächen liessen sich den Flurnamen entsprechend im Rahmen der Untersuchung leicht ausscheiden. Die Flächen der aufgelassenen LN jedoch weisen je nach Alter der "Brachlegung" eine mit Holzarten durchsetzte Kraut- oder Strauchschicht, Verbuschung oder einem dem Niederwald ähnlichen Bestand auf, mit Flurbezeichnungen wie

Baracchino (Heuschober zur Lagerung konservierten Dürrfutters), Bruga (Wiese in Hanglage), Busciorina (Stall am Bach), Campescio (Acker), Chioso, Ciosetto (Acker-, Wies- oder Weideland, das vom damals umsäumenden Wald eingeschlossen war), Favirolo (mit Hülsenfrüchten bestellter Acker), Loghetto (Mähwiese), Magrino (Magerwiese), Pian Stabio, Pianazzo (Stall in ebener Wiese), Pree, Proo, Prato (Wiese), Riveri (Wiese in Hanglage), Zerbo (Sauerwiese).

Heute sind die solche Flurnamen tragende Flächen aufgelassen, weisen jedoch deutlich auf frühere acker- oder futterbauliche Nutzung hin. Die uns gestellte Aufgabe war, diesen Verlust an LN während des vergangenen Jahrhunderts sowohl bezüglich des Bodens als auch der Vegetation zu untersuchen.

Analysenergebnisse vom 28. Oktober 1976, 9. Januar und 9. März 1977. Eidg. Forschungsanstalt für Landw. Pflanzenbau Zürich-Reckenholz

Profil Nr	Horizont- Bezeichnung	Tiefe in cm	Körnung in %			C-Gehalt in %	N % gesamt	mval/100 g austauschbare I o n e n				KUK ¹ Σ	pH H ₂ O	P ³	K ³	Al pro100g	mval Fe ²⁺ %	C/N molar	Boden- art
			Ton	Silt	Sand			H ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺								
6	Ah	0	15.7	21.2	51.8	6.66	0.40	11.52	4.13	0.55	0.11	16.31	5.0	2	1.2	2.9	4	19.5	hrsL
		10	16.0	20.3	52.1	6.72	0.44	11.12	4.73	0.50	0.09	16.44	5.1	1½	0.9	2.1		17.8	hrsL
	A	20	13.8	22.5	56.8	4.00	0.20	10.24	1.75	0.22	0.02	12.23	5.3			2.6	23.3	hsL	
		30	6.4	18.8	71.5	1.91	<0.1	7.00	0.97	0.11	0.01	8.09	5.4			1.7		shLS	
	B	70	2.1	12.1	85.2	0.34	<0.1	2.88	0.64	0.08	0.01	3.61	5.4			0.8		haS	
BC	80	1.1	9.8	88.6	0.28	<0.1	2.80	0.54	0.07	0.01	3.42	5.6			0.7		haS		
10	Ahh	0	17.3	28.3	36.9	10.14	0.42	19.68	0.62	0.13	0.10	20.53	4.0	1	0.9	12.6	1.33	28.2	hrsL
		10	9.9	20.4	59.5	5.91	0.18	11.68	0.47	0.07	0.04	12.26	4.2	½	0.0	6.8	1.07	38.3	hrsL
	A(E)	20	10.1	26.0	72.4	8.63	0.32	14.88	0.42	0.07	0.02	15.39	4.2			7.7	1.27	31.5	hrsL
		30	12.5	23.7	50.4	7.76	0.23	13.68	0.47	0.07	0.01	14.23	4.3			7.5	1.24	39.4	hrsL
		50	14.6	17.2	58.6	5.56	0.21	12.08	0.38	0.05	0.01	12.52	4.4			6.2	1.20	30.9	hsL
	B(h, s)	70	9.9	28.2	55.2	3.88	0.16	11.04	0.40	0.05	0.01	11.50	4.4			4.6	1.13	28.3	hLS
		BC	90	6.6	32.6	57.6	1.85	<0.1	9.28	0.47	0.04	0.01	9.80	4.5			3.0		shLS

¹ KUK = Kationenumtauschkapazität

² Fe-dithionit-extrahierbar

³ Testzahlen

⁴ nicht bestimmt

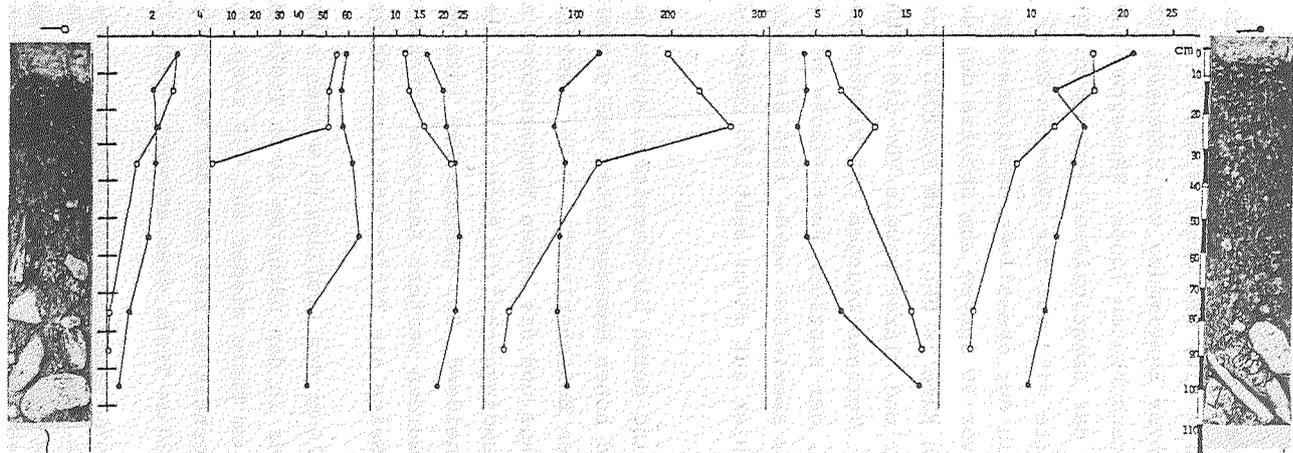
BODEN- UND VEGETATIONSENTWICKLUNG UNTER BRACHLAND IN CURIO, MALCANTONE

TIEFFUNKTION - DARSTELLUNGEN

ZUR GENETISCHEN INTERPRETATION DER BODENPROFILE 6 (PRE) UND 10 (BRUCIATE)

PRE
PROFIL 6

BRUCIATE
PROFIL 10



STARK
HUMOSE
SAURE
BRAUNERDE

extrahier-
bares
org. C
in %

Huminsäure-
Angeil
in % des
org. C

EC-Wert
mg/ml
der Huminsäure

Fe_{org.} in % der Feinerde

mg Fe / 100 g
extrahierbares C

K U K
Σ

SCHWACH
KALTO-
PODSO-
LIERTE
BODEN

K U K = Kationenumtauschkapazität
EC-Wert = relatives Mass für den Kondensationsgrad der Huminsäure

Die Analysen wurden durch die Eidg. Anstalt für das forstliche Versuchswesen (Dr. P. Blaser) bewerkstelligt und seien auch an dieser Stelle verdankt.

ENTWICKLUNG DER BÖDEN

Zwei von elf pflanzensoziologisch untersuchten Standorten einer ehemaligen Weide (10) und einer Wiese (6) wurden bodenkundlich untersucht, unter Bestimmung von Bodenart, Körnung, organischer Substanz, austauschbaren Ionen, Säuregrad und einiger Elemente zur Abklärung der Sesquioxidverlagerungen. Die Profilaufnahmen dieser Standorte sind auf der nächsten Seite dargestellt. Standort 10 liegt in der ehemaligen Gemeindefeide abseits der Dorfsiedlung, wo vor 90 Jahren zum Schutze des weidenden Viehs und der Hirten die Kapelle DEL DIVIN PASTORE errichtet worden ist, als schlichter und klarer Beweis für die frühere landwirtschaftliche Nutzung. Terrassierungen und Viehtränkestellen sind heute noch im Bosco, der heutigen Buschfläche mit Hochstämmen zu finden. Standort 10 im speziellen wurde 1825 als Weide aufgegeben, so dass wir uns hier auf einer seit 155 Jahren aufgelassenen Fläche befinden¹.

Diese Böden sind durch biotitreiches Muttergestein ausgezeichnet mit auffallend hohen Humusgehalten und grosser Mächtigkeit der humosen, oberen Bodenhorizonte. Dabei beeinflussen 2030 mm Jahresniederschläge und die hohen Temperaturen mit vorteilhaften klimatischen Bedingungen² die Bodenbildung dieser insubrischen Gebiete entscheidend. Zur genetischen Interpretation solcher Bodenprofile wurden weitere Analysen durchgeführt, die auf der übernächsten Seite als Tiefenfunktionen dargestellt sind.

Die obersten 10 cm des Profiles 10 weisen einen C-Gehalt von 10.14 % auf, der in den nächsten 10 cm Tiefe auf 5.91 % absinkt, um von 20 - 40 cm Tiefe wieder auf 6.0 resp. 8.63 % anzusteigen. Desgleichen verhält es sich mit der KUK. Morphologisch ist zwischen 10 und 20 cm Tiefe eine schwache Aufhellung dieser humus-

¹Alther E.W., 1976: Brachlegung und Landschaftspflege im voralpinen und süd-alpinen Bereich. Bayerisches Landwirtschaftliches Jahrbuch 53, 6, 707

²Alther E.W. und Stählin A., 1977: Entwicklung von Böden und Pflanzenbeständen auf Brachland und ihre Dynamik während 150 Jahren. Das wirtschaftseigene Futter 23, 3/4, 146

stoffreichen Horizonte erkennbar. Zwischen 20 und 60 cm ist die Bodenfarbe wieder dunkler. Der Horizont zwischen 10 und 20 cm Tiefe besitzt nicht nur weniger Humus, sondern auch weniger dithionit-extrahierbares Fe als die ihn begrenzenden Horizonte. Nach Duchaufour³ und Blaser⁴ handelt es sich hierbei um eine Kryptopodsolisierung, die durch den grossen Anteil an organischer Substanz stark maskiert ist. Demnach schreitet über eine Periode von 150 Jahren auf aufgelassenen ehemaligen Kulturlandflächen mit zunehmender Verbuschung oder gar Verwaldung die Bodenentwicklung über das Stadium der Sauren Braunerde auf 680 m.ü.M. hinaus in Richtung "type cryptopodsolique" fort, wie das Boudou⁵ für humusreiche kolloidale Ranker ebenfalls feststellte.

Profil 6 auf 558 m.ü.M. weist ebenfalls bis in grosse Tiefen hohe Humusgehalte auf. Es erlaubt auch den Schluss zu ziehen, welches der Zustand des Profiles 10 war, bevor die landwirtschaftliche Nutzung vor 1½ Jahrhunderten auf jenem Standort aufgegeben worden ist. Standort 6, der von 1945 - 70 aufgelassen, seit 1970 nur spärlich und sporadisch genutzt worden war, weist in den oberen 30 cm seines Profiles wiederum hohe Humusgehalte auf (6.66, 6.72, 4.00 %). Im B-Horizont sinkt der Humusgehalt auf 0.34 %, im BC-Horizont auf 0.28 %. Zu beachten ist auch die sandige Textur, die die hohe Durchlässigkeit dieses Bodens bedingt. Trotzdem gewährleisten der hohe Humusgehalt und die 2000 mm Niederschläge eine ausreichende Wasserversorgung. Die Humusstoffe bilden die Kittsubstanz des Gefüges, deren Aufgabe mit abnehmendem Humusgehalt die Sesquioxide übernehmen. Blaser⁴ zeigte auch anhand von Dünnschliffen, dass in A- und in B_h-Horizonten solcher Profile die Mineralkörner ganz in die organische Substanz eingebettet sind. Der ganze Vorgang führt zu einer Einschlämmung der Humusstoffe in den Mineralboden.

³ Duchaufour Ph., 1970: Précis de pédologie. Paris, Masson, 238, 246

⁴ Blaser P., 1973: Die Bodenbildung auf Silikatgestein im südlichen Tessin. Diss. ETH 4782, Mitt. Schw. Anst. forstl. Vers. 49, 3, 253, 281, 317, 320/21

⁵ Boudou J.P., 1976: Zit. nach M. Gury, Guide d'excursion de la Société Suisse de Pédologie, Vosges, Septembre 1980, 11

ENTWICKLUNG DER VEGETATION

Die Entwicklung der Vegetation von Standorten, die während einer unterschiedlichen Dauer von drei bis 150 Jahren landwirtschaftlich nicht mehr genutzt worden waren, sind bereits früher umschrieben worden⁶. Standort 10 weist sehr wenig Pflanzen und Arten in der Krautschicht auf, deren Ursache hauptsächlich in der ausgesprochenen Nährstoffarmut und in der starken Versauerung des Bodens zu suchen ist. Darüber breitet sich eine 3 m hohe Strauch- und 12 m hohe Baumschicht aus. Dieser artenarme Wald ist nicht nur anthropogen durch Holznutzung sondern auch durch Weidenutzung und Verbiss durch Weidetiere modifiziert, sowie durch *Castanea sativa* als Nahrungslieferant gefördert worden. Diese Art "Niederwald" stellt auf alle Fälle keine Klimax, sondern einen Sekundärwald dar. In der Strauch- und Krautschicht zeigen *Dryopteris Filix-mas*, *Ilex Aquifolium*, *Majanthemum bifolium*, *Oxalis Acetosella* und *Pteridium aquilinum* den hohen Humusgehalt des Bodens an.

Standort 6 mit seinem *Arrhenatheretum salvietosum* hat sich seit dem Aufhören der regelmässigen Nutzung in den vergangenen 25 Jahren wenig verändert. Das starke Auftreten der *Luzula campestris* dokumentiert den auch analytisch festgestellten Nährstoffmangel infolge Ausfall der Düngung und der Weide, wie er auf solchen Magerwiesen des Sottoceneri schon früher festgestellt worden ist⁷. In diesem Wiesenbestand ist das vermehrte Auftreten der *Robinia Pseudo-Acacia* ebenso auffallend.

Unter Zuhilfenahme phänologischer Methoden wird in einer jüngsten Arbeit über Mesobrometen⁸ gefolgert, dass im Fall einer un-

⁶ Alther E.W. und Stählin A., 1977: a.a.o., 150, 156-158

⁷ Geering J., Frei E. e Lanini F., 1966: Risultati di esperimenti di concimazione minerale su prati e pascoli nel Ticino 1922-1964. *Ricerca Agronomica in Svizzera* V, 1, 93, 113, 148/49

⁸ Krüsi B., 1979, 1980: Brachland - Gewinn oder Verlust? Ergebnisse einer Untersuchung in Halbtrockenrasen. Geobotanisches Institut ETH Zürich und NZZ Nr. 234, 65/66

gestörten Sukzession (Zit.) "Brachland an zweiter Stelle nach dem Wald weitaus günstigere landschaftsoekologische Auswirkungen hat als Grün- oder Ackerland". Miteinbezogene bodenkundliche Untersuchungen würden jedoch im zitierten Falle zeigen, ob es sich bei diesen Mesobrometen tatsächlich um aufgelassene Kulturlandflächen handelte.

Die vorliegenden Untersuchungen aufgelassener landwirtschaftlicher Nutzflächen zeigen deutlich, dass eine Bewaldung langsam vor sich geht, wobei nicht Klimax-, sondern Sekundärwälder entstehen. Neben der vor Zeiten üblichen Terrassierung des Geländes zur besseren landwirtschaftlichen Nutzung wirkt auch der anthropogene Einfluss auf die Entwicklung der Vegetation über Jahrhunderte nach.

ZUSAMMENFASSUNG

Sind Zeitpunkt des Beginns und Dauer des Auflassens einer landwirtschaftlichen Nutzfläche bekannt, so lässt sich aus der Gegenüberstellung der Bodenprofile zweier Standorte die Entwicklungstendenz der Böden aufgelassener Kulturlandflächen erkennen. Je weiter die Kulturnahme zurückliegt, umso humusreicher werden solche Böden bis in grosse Tiefen. Austauschkapazität und Wasserspeichervermögen sind infolge sandiger Textur und geringen Tonanteilen in der Mineral-Feinerde der untersuchten Böden vor allem vom Humusgehalt abhängig. Mit zunehmender Dauer der Nichtmehrnutzung nimmt auch die Mächtigkeit der Humushorizonte zu. Ein seit 1½ Jahrhunderten aufgelassener Boden einer Jahrhunderte alten Weide hat sich in seinem Chemismus seit dem Moment des Auflassens stark verändert, wenn man ihn mit jenem der seit 25 Jahren nur noch sporadisch genutzten Wiese vergleicht. Die Zunahme des C-Gehaltes - insbesondere sein nochmaliger Anstieg in tieferen Horizonten -, des C/N-Verhältnisses, die zunehmende Versauerung, als auch der geringere Gehalt an dithionit-extrahierbarem Fe in 10 - 20 cm Tiefe, weist auf den Beginn einer Podsolierung hin, die im Profil unter heute nur noch sporadisch ge-

nutztem Wiesland nicht nachweisbar ist.

Die untersuchten Böden dieser Flächen sind sauer; tiefste pH-Werte (4 - 4.5) wurden auf dem stark verbuschten Standort gemessen. Die intensive Rotfärbung der Horizonte, wie sie für insubrische Waldstandorte festgestellt wurde, fehlt bei diesen Böden. Auch konnten die Pflanzenbestände nicht in das pflanzensoziologische System eingeordnet werden, weil sie die Sukzession ihrer Entwicklung zu Dauergesellschaften noch nicht durchlaufen haben. Infolge fehlender Nutzung bildete sich über Wiesland ein 1.5 cm mächtiger Grasfilz aus. Mit zunehmender Strauch- und Baumbesetzung geht der Mull in einen sauren Waldmoder über.

Die Zeigerpflanzen für Nährstoffmangel und saure Bodenreaktion erklären auch die Arten- und Pflanzenarmut in der Krautschicht des seit 150 Jahren aufgelassenen Standortes. Demgegenüber stellt der Bestand der Wiese ein mageres, trockenes Arrhenatheretum salvietosum dar, das erst langsam eine Strauchschiebt aufbaut. Aus diesen Gründen können diese Böden nicht als Klimaxböden bezeichnet werden. Die Verbuschung oder gar Verwaldung brachte eine Veränderung des Bodenprofils, jedoch selbst nach 150 Jahren keine Klimax hervor.

Humus ist der entscheidende Nährstoffträger und zugleich auch der wichtigste Strukturbildner der Böden aufgelassener landwirtschaftlicher Nutzflächen. Anthropogene Störungen wie Horizontvermischung können sich dahin auswirken, dass der Humusgehalt abnimmt und in der Folge eine genügende H₂O-Versorgung nicht mehr gewährleistet ist. Bei ungestörten, nicht mehr genutzten Böden wirkt der grosse Humusgehalt einer Podsolierung entgegen, d.h. deren Merkmale werden weitgehend maskiert. Die Rückführung solcher Böden zur landwirtschaftlichen Nutzung würde nicht nur eine Säuberung verlangen. Sie verlangen auch die Lösung der Frage, ob solche Flächen heute wirklich als Waldgebiete betrachtet werden dürfen. Jede pflanzensoziologische Untersuchung solcher Standorte verlangt gleichzeitig die Analyse ihrer Böden.

UNTERSUCHUNGEN UEBER DEN ZELLULOSE-ABBAU IM BODEN

W. Jäggi, Eidg. Forschungsanstalt für landw. Pflanzenbau Zürich-Reckenholz

Die meisten bodenmikrobiologischen Untersuchungen werden unter definierten Temperatur-, Feuchtigkeits- und Gasaustauschverhältnissen im Labor durchgeführt. Diese Werte geben Auskunft über den biologischen Zustand bzw. die potentiellen biologischen Aktivitäten eines Bodens im Zeitpunkt der Probenentnahme. Oft möchte man jedoch wissen, was während einem gewissen Zeitschnitt in einem Boden unter Standortverhältnissen und bei der Anwendung bestimmter acker- und pflanzenbaulichen Massnahmen wirklich vor sich geht. Da der Boden ein nach allen Seiten offenes und empfindliches System darstellt, ist es jedoch sehr schwierig, entsprechende Messungen direkt im Feld durchzuführen.

Abgestorbene organische Substanz ist die wichtigste Nährstoff- und Energiequelle der meisten Bodenorganismen. Ihre Umsetzung dürfte deshalb am ehesten dazu geeignet sein, ein Bild über die bodenbiologischen Vorgänge am Standort zu vermitteln. Da die pflanzlichen Ueberreste etwa zu 40 % aus Zellulose bestehen, wurde nach einer Methode gesucht, um deren Abbaugeschwindigkeit zu erfassen. Als Testsubstanz bewährten sich Filterpapierscheiben. Dabei erfordert das Eingraben der Proben besondere Sorgfalt, damit die Bodenverhältnisse durch diesen Eingriff nicht zu stark verändert werden. Zu diesem Zweck wurde ein besonderer Spaten konstruiert.

Bei der Bestimmung der Zersetzungsgeschwindigkeit der Zellulose treten relativ grosse Streuungen auf, wie sonst bei keinen anderen bodenmikrobiologischen Methoden. Abbauversuche in Flüssigkultur und unter definierten Bodenverhältnissen im Labor scheinen darauf hinzuweisen, dass die Ursache dazu in der Natur des Bodens unter Standortbedingungen liegt, besonders in einer ungleichmässigen Verteilung der zellulosezeretzenden Mikroorganismen.

Mit einer genügend grossen Zahl von Parallelbestimmungen ergaben sich jedoch in einem langjährigen Düngungsversuch gesicherte Unterschiede zwischen einzelnen Verfahren. Der Vergleich mit anderen bodenmikrobiologischen Kennwerten, wie z.B. der Nitrifikation, CO₂-Bildung und Bakterienzahl, zeigt eine weitgehende Uebereinstimmung der Relativwerte (Abbildung 1 und 2). Daraus kann geschlossen werden, dass einerseits der Zelluloseabbau eine Möglichkeit zur Erfassung der bodenbiologischen Aktivität unter Standortbedingungen bietet, und dass andererseits die im Labor bestimmten bodenmikrobiologischen Kennwerte auch wirklich Rückschlüsse auf die bodenbiologischen Verhältnisse im Feld zulassen.

Publikation in Vorbereitung in Schweiz. landw. Forschung

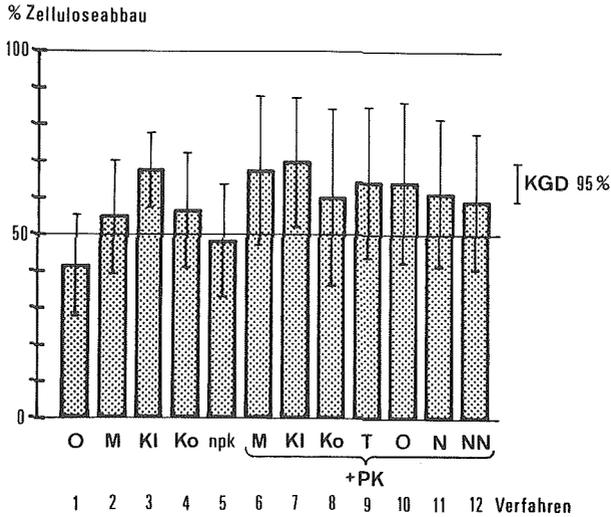


Abbildung 1. Zelluloseabbau während 6 Wochen unter Standortbedingungen in einem langjährigen Düngungsversuch. Mittelwerte und Standardabweichungen von je 25 Parallelproben (0 = ungedüngt, M = Stallmist, Kl = Klärschlamm, Ko = Kompost, T = Torf).

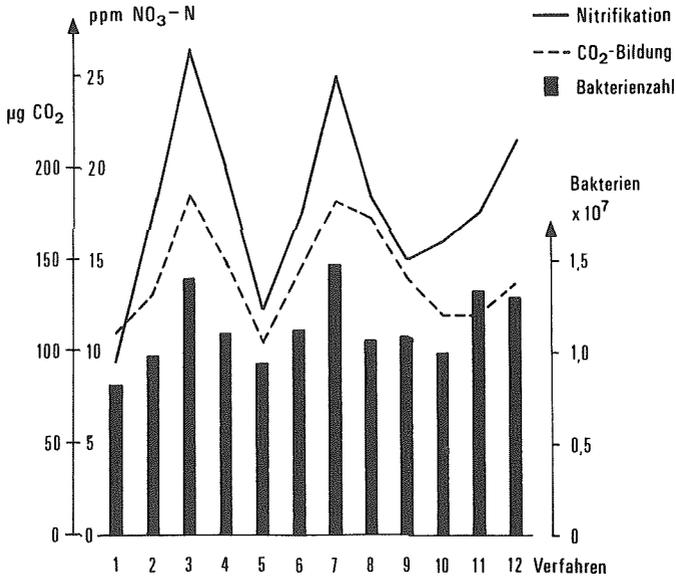


Abbildung 2. Bodenmikrobiologische Kennwerte pro g Boden-TS bei 20 °C: Nitrifikation während 4 Wochen als Folge der Mineralisierung der organischen Bodensubstanz, CO_2 -Bildung während 96 Stunden und Bakterienzahl.

LES LARVES D'INSECTES SUPERIEURS DANS LE SOL

M. DETHIER et W. MATTHEY

Musée Zoologique, Lausanne, et Institut de Zoologie, Neuchâtel

1. INTRODUCTION

Les larves d'Insectes Ptérygotes sont fort nombreuses dans la plupart des sols et leur rôle, dans la décomposition de la litière et des matières organiques, donc dans la formation des sols ou dans l'équilibre des populations de phytophages, est important. De plus, chez beaucoup d'espèces, les adultes quittent le sol en grand nombre et constituent un appréciable transfert d'énergie d'un écosystème à un autre.

Malgré cela, ces larves ont été fort peu étudiées jusqu'à présent. Cela tient d'une part aux grandes difficultés d'ordre systématique (il n'existe que fort peu d'ouvrages de détermination), mais aussi au fait que l'extraction de certains de ces organismes est très aléatoire.

L'importance numérique, pondérale et biologique de ces larves peut être considérable dans certains sols, comme le montrent les chiffres ci-dessous.

Sols danois (BORNEBUSCH et RUSSEL, 1950)

	Mull sous hêtre			Mor sous hêtre		
	Nb/ha	kg/ha	% biom	Nb/ha	kg/ha	% biom
Larves de Diptères						
et d'Elatéridés	2,48	17,2	2,4	13,2	106	43
Autres Arthropodes	4,75	8,5	1,2	6,5	11,4	4

On divise classiquement la pédofaune en quatre catégories: selon la taille des espèces: micro-(moins de 0,2 mm), méso-(0,2 à 4 mm), macro-(4 à 80 mm) et mégafaune (plus de 80 mm). Les larves d'insectes Ptérygotes appartiennent à la méso- et à la macrofaune.

2. TECHNIQUES D'ETUDE

La diversité de taille et de forme de nos organismes est donc très grande, d'où la nécessité de recourir à des techniques "croisées" de récolte:

2.1. Extraction

- Méthodes dynamiques: elles sont basées sur le comportement de fuite de la plupart des représentants de la pédofaune devant la dessiccation. Les appareils de Tullgren et de Macfadyen, qui donnent d'excellents résultats pour la plupart des Microarthropodes (BIERI et al., 1978), sont moins bien adaptés à l'extraction des larves d'insectes, et des larves de Diptères en

particulier (taille des échantillons, dessiccation trop rapide) (HEALEY et RUSSEL-SMITH, 1970). Dans ce cas, l'appareil de Baermann donne souvent de meilleurs résultats.

- Méthodes mécaniques: elles sont basées sur des caractéristiques physiques des larves (taille, densité). HEALEY et RUSSEL-SMITH (1970) ont testé diverses techniques pour l'extraction des larves de Diptères de sols forestiers, en particulier une nouvelle méthode de flottation dans un mélange d'eau et de glycérol qui, d'après ces auteurs, présente un rendement excellent (Tableau 1). La flottation au sulfate de magnesium, souvent préconisée, ne donne en général que des résultats médiocres.

Le tamisage sur place et le tri à vue ne sont efficaces que pour les larves de grande taille, leur avantage étant d'éviter le transport de gros et nombreux échantillons au laboratoire.

EDWARDS et FLETCHER (in PHILIPPSON, 1971) ont montré par une comparaison statistique des principales techniques d'extraction que les résultats ne dépendent pas seulement de la méthode utilisée, mais aussi des groupes envisagés et de la structure des sols étudiés. Il faudra donc utiliser les techniques les mieux adaptées à la recherche que l'on se propose de mener et ne pas hésiter à comparer les résultats obtenus de diverses manières, afin de compléter l'information. Dans le cas des larves d'insectes, il semble que de simples extracteurs de Tullgren ou de Macfadyen à air conditionné fournissent les meilleurs résultats pour les sols humides et riches en matière organique, tandis que dans les sols sableux, les méthodes mécaniques sont les plus utiles. Pour les sols argileux et glaiseux, toutes les techniques semblent fournir des résultats comparables.

2.2. Méthodes indirectes

Elles consistent à recueillir les adultes au moment où ils quittent le sol où s'est effectué le développement larvaire. Le piège d'émergence est la technique la plus efficace, surtout utilisé en grand nombre dans le même milieu pendant toute une saison (KRIZELJ, 1971; KRIZELJ et VERSTRAETEN, 1971; MATTHEY et al., 1981). Dans ces conditions, on peut souvent caractériser un sol par sa faune entomologique (Tableau 2).

Les pièges-trappes ou pièges Barber récoltent souvent des larves à la surface du sol.

Enfin, il ne faudra pas négliger la prospection des annexes du sol (souches, terriers, cavités naturelles, dessous de pierres, litières et mousses), ainsi que diverses annexes temporaires telles que cadavres et excréments.

2.3. Elevages

Ils sont effectués pour répondre à deux grands besoins:

- Reconnaître les espèces auxquelles appartiennent les larves par l'intermédiaire des adultes, donc de les décrire pour établir des tables de détermination.

- Etudier la biologie des espèces: régime alimentaire, vitesse de développement en fonction de la température, comportements.

Tableau 1. Extractions de larves de Diptères (Healey & Russel-Smith 1970)

Familles	Flottation (nouvelle technique)		Extracteur type Baermann		Appareil de Tullgren	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
Cecidomyiidae	45	27.8	62	48.1	26	37.2
Chironomidae	40	24.9	20	16.5	12	17.4
Mycetophilidae	30	18.5	5	3.9	1	1.5
Dolichopodidae	24	14.9	-	-	-	-
Stratiomyidae	13	8.0	20	15.5	10	14.5
Otitidae	7	4.3	18	14.0	12	17.4
Tipulidae	1		4	3.1	2	3.0
Anthomyidae	-				1	3.0
Muscidae	-	1.8			1	
Empididae	1					
Trichoceridae	1					
Divers	-				4	6.0
Totaux	162	100	129	100	69	100

Tableau 2. Productivité et biomasse de certaines familles de Diptères
mesurées à partir de pièges d'émergence (d'après Krizelj & Verstraeten, 1971)

Familles de Diptères	Charme		Coudrier		Prairie	
	Nombre ind/ha	Biomasse gr/ha	Nombre ind/ha	Biomasse gr/ha	Nombre ind/ha	Biomasse gr/ha
Psychodidae	16	2	18	2	684	75
Anisopodidae	2	3	146	200	18	25
Limnobiidae	240	552	586	1347	312	717
Tipulidae	16	208	4	52	0	0
Bibionidae	24	45	66	125	86	163
Mycetophilidae	254	152	224	134	10	6
Sciaridae	434	78	624	112	1860	335
Cecidomyidae	470	99	910	191	2328	488
Ceratopogonidae	8	0	34	3	146	14
Chironomidae	52	20	10	4	1294	517
Empididae	154	277	212	381	464	835
Dolichopodidae	12	7	56	33	30	18
Lonchopteridae	20	8	28	11	240	96
Phoridae	372	93	544	136	864	216
Lauxaniidae	90	108	30	36	0	0
Chloropidae	0	0	0	0	334	83
Anthomyidae	30	60	16	32	104	208
Tachinidae	34	442	28	364	2	26
Totaux	2228	2154	5541	3163	8776	3822

Ces élevages se heurtent à de grandes difficultés, car il est presque impossible de recréer en laboratoire toutes les conditions de la nature, si bien que la mortalité est considérable, par exemple de l'ordre de 99% dans les élevages de larves de Tabanides (AUROI, 1981).

3. ROLE DES PRINCIPAUX GROUPES

Comme le montre le tableau 3, de nombreux ordres d'insectes ont des représentants dans le sol. Mais les deux ordres les plus importants sont les Diptères et les Coléoptères.

3.1. Diptères

BRAUNS (1954) énumère 44 familles de Diptères dont les larves sont édaphiques, sur 121 familles. Ces larves rivalisent aisément avec celles des Coléoptères dans les sols humides, mais elles ont moins de succès dans les sols secs. Selon les sols, on estime qu'il y a de 250 à 1000 larves de Diptères par m², représentant une biomasse allant jusqu'à 70 kg à l'ha. En cas de pullulation, les larves de Tipules peuvent représenter plusieurs centaines de kg/ha et deviennent alors des pestes.

Les sols les plus favorables semblent les mors et les moders, parfois aussi appelés mulls à insectes (KEVAN, 1962). Leur répartition est souvent hétérogène, ce qui entraîne une mauvaise estimation de leurs populations. Elles sont le plus souvent lucifuges et craignent la chaleur, par contre, elles résistent bien au froid.

Seules quelques familles ont des larves réellement fouisseuses (Tipulidae, Bibionidae). La plupart sont phytosaprophages et se rencontrent dans les horizons supérieurs du sol. On constate souvent des préférences alimentaires: racines, bois mort, champignons, etc.). D'autres sont coprophages ou nécrophages. D'autres encore sont prédatrices, et quelques-unes parasites (Tableau 4).

Leur influence sur la décomposition des débris végétaux est très grande, en particulier celle des Bibionidae (D'AGUILAR et BESSARD, 1962; SZABO et al., 1964) et des Tipulidae. L'action des larves de Diptères sur l'humification est certainement sous-estimée et, bien que limitée dans le temps, elle est plus intense que celle des Microarthropodes.

3.2. Coléoptères

Leurs larves sont très nombreuses également, mais leur action dans la formation du sol est nettement moins importante que celle des Diptères. Quelque 80% des larves de Coléoptères du sol sont en effet des prédatrices, et leur rôle consiste surtout à maintenir l'équilibre au sein de la pédofaune. Par contre, ils constituent d'utiles indicateurs pédobiologiques, d'autant plus que certaines espèces, strictement endogées, présentent un fort endémisme (COIFFAIT, 1960). D'après cet auteur, les sols les plus favorables au développement de ces espèces sont ceux ayant une teneur élevée en éléments fins (argiles, limons), tels que les sols bruns forestiers ou les rendzines, tandis que les sols tourbeux n'abritent guère ces insectes (Tableau 4).

Tableau 3. Données biologiques concernant les larves de dernier stade des principaux ordres représentés dans les sols de Suisse.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Coléoptères	m-M	0	0	0	0	++	0	0	0	0	0	0
Dermaptères	M	0	0	0	0	+	0	0			0	
Dictyoptères	M	0				+		0			0	
Diptères	m-M	0	0	0	0	+	0	0	0		0	
Hétéroptères	m-M	0	0	0	0	+	0		0		0	
Homoptères	m	0	0			++			0	0	0	0
Hyménoptères	m-M	0	0		0	++	0				0	
Lépidoptères	M	0	0			+			0	0	0	
Mécoptères	M	0				+	0				0	
Névroptères	M	0				+	0				0	
Orthoptères	M	0				+			0	0		0
Thysanoptères	m	0	0			+			0		0	
Trichoptères	M	0				+		0			0	

l = taille

m = mésofaune

M = macrofaune

Milieux : 2 = litière et mousses
 3 = horizons A
 4 = bois mort
 5 = pierres

6 = abondance : ++ = abondants

+ = présents

Régimes alimentaires : 7 = prédateurs
 8 = saprophages
 9 = phytophages

Biologie : 10 = géophiles inactifs
 11 = géophiles actifs
 12 = géobiontes

Tableau 4. Régimes alimentaires des larves de Diptères et de Coléoptères

Diptères	A	B	C	D	E	Coléoptères	A	B	C	D	E
Dolichopodidae	O					Cicindelidae	O				
Empididae	O					Carabidae	O				
Tabanidae	O					Histeridae	O				
Xylophagidae	O					Pselaphidae	O				
Tachinidae	.				.	Scydmaenidae	O				
						Drilidae	O				
Ceratopogonidae		O				Cantharidae	O				
Chironomidae		O				Meloidae	O				
Anisopodidae		O				Staphylinidae	O		.		
Scatopsidae		O				Elateridae	O		.		
Lonchopteridae		O				Alleculidae	O		.		
Borboridae		O									
Lonchaeidae		O				Silphidae		O			
Sepsidae		O				Cucujoidae		O			
Mycetophylidae		O			.	Tenebrionidae		O			
Sciariidae		O			.	Ptiliidae		O			
Stratiomyidae		O			.	Trogidae		O			
Phoridae		O			.	Scarabaeidae		O	.		
Bibionidae		O	.		.	Hydrophilidae		O	.		
Trichoceridae		O	.								
Tipulidae		O	O			Cerambycidae				O	
Sapromyzidae		O	O			Curculionidae				O	
						Dascillidae				O	
Agromyzidae			O								
Chloropidae			O								
Psilidae			O								
Rhagionidae				O							
Therevidae				O							
Limoniidae				O							
Asilidae				O							
Syrphidae				O							
Muscidae				O							
Cecidomyiidae				O							
Anthomyiidae				O							
Calliphoridae				O							

A Prédateurs
 B Saprophages
 C Phytophages
 D Polyphages
 E Autres régimes

O Régime principal
 . Régime secondaire

4. ECOLOGIE

4.1. Catégories écologiques

On peut classer les animaux du sol, et par conséquent les larves d'insectes, en se basant sur leurs caractéristiques biologiques, comme dans les trois exemples suivants:

a) Constance du séjour dans le sol.

Pour quelques espèces, le sol est un abri permanent, de l'oeuf à l'adulte (géobiontes). Pour d'autres, il ne représente qu'un refuge temporaire (géophiles inactifs). Entre ces deux extrêmes, on trouve de nombreux insectes qui passent dans le sol leur vie larvaire et nymphale (géophiles actifs). Les Diptères et les Coléoptères appartiennent à ce dernier groupe.

b) Localisation dans le sol et ses annexes: voir figure 1.

c) Selon les régimes alimentaires: voir tableaux 3 et 4.

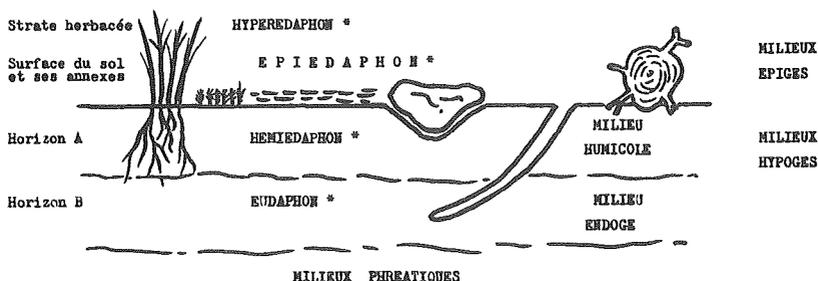


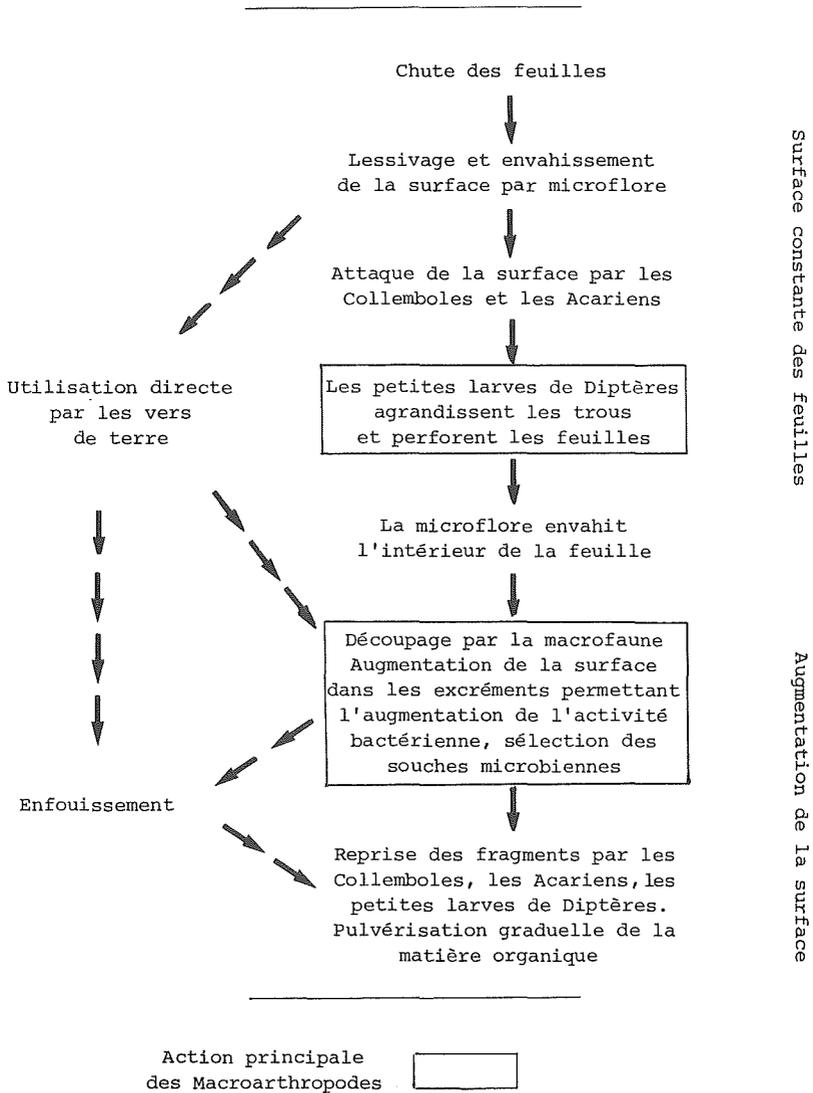
Figure 1. Situation des communautés du sol (*)

4.2. Rôle des décomposeurs (fig. 2)

La quantité de matière organique morte (surtout végétale) tombant sur le sol est très importante. Pour une hêtraie de la région parisienne, LEMEE (1978) l'estime à près de 500 gr au m². Cette matière végétale, en particulier les feuilles, est lessivée par la pluie et envahie en surface par la microflore. Collemboles et Acariens attaquent alors la litière et perforent l'épiderme. De petites larves de Diptères (Sciaridae, Mycetophilidae) agrandissent les trous et traversent la feuille de part en part, permettant ainsi l'envahissement de l'intérieur de la feuille par la microflore. C'est alors qu'interviennent les grandes larves de Diptères (Tipulidae, Bibionidae...) qui, aidées par d'autres macroinvertébrés (Diplopedes, Isopodes, Limaces...), découpent les feuilles en menus morceaux, augmentant ainsi de 15 à 20 fois la surface initiale, ce qui permet un développement plus rapide des Bactéries. Cette augmentation de la surface de la litière par découpages successifs est sans doute la contribution la plus importante des macroinvertébrés à la formation du sol. Les larves d'insectes, en particulier de Diptères, prennent une part considérable et souvent méconnue dans ce processus.

Ces fragments, de plus en plus petits, ainsi que les crottes, sont

Figure 2. Dégradation de la litière en milieu forestier



absorbés et réabsorbés par les Microarthropodes (Collemboles, Acariens, petites larves de Diptères) qui accentuent de plus en plus la pulvérisation de la litière. Ce passage à travers une succession de tubes digestifs a encore une conséquence importante: il favorise le développement de certaines souches bactériennes et induit une succession d'escouades dans les crottes en fonction des modifications chimiques subies par la nourriture qui leur sert de substrat (augmentation de la teneur en lignine, diminution de la cellulose, donc humification de la litière). Par la mesure du dégagement de CO₂, on a montré que l'activité bactérienne est sept fois plus intense sur des crottes de larves d'insectes que sur des feuilles entières, mais qu'elle est peu supérieure à celle déployée sur des feuilles broyées mécaniquement (VAN DER DRIFT et WITKAMP, 1960).

Cela montre bien qu'on ne peut dissocier l'activité de fragmentation des larves d'insectes de l'activité microbienne dans la dégradation de la litière.

4.3. Action mécanique des larves

Les macroinvertébrés exercent sur le sol une action de brassage qui, pour n'être pas aussi importante que celle des vers de terre - qu'elle peut d'ailleurs remplacer - n'en est pas pour autant négligeable. Elle consiste surtout en un ensevelissement de matières organiques diverses: feuilles mortes (Tipulidae, Bibionidae), excréments de Vertébrés (Scarabaeidae), cadavres (Silphidae) et dépôts de crottes dans le sol.

Ainsi, au Parc national suisse, la densité numérique des Coléoptères coprophiles peut atteindre 1380 individus/kg de matière fécale sèche de cerf.

En outre, les galeries creusées par les larves améliorent la circulation de l'air et de l'eau dans la partie superficielle du sol et facilitent le passage à plus grande profondeur des Microarthropodes.

4.4. Action des larves prédatrices

Selon leur taille, les larves prédatrices se nourrissent de Microarthropodes, d'autres larves d'insectes, de vers de terre ou de mollusques. Elles contribuent ainsi, surtout lorsqu'elles sont spécialisées, au maintien dynamique des équilibres biologiques du sol.

5. CONCLUSION

Dans cet article d'information générale, destiné avant tout aux non-spécialistes de la zoologie du sol, nous avons voulu montrer l'importance des larves d'insectes supérieurs dans la vie des sols. L'action essentielle des saprophages consiste en la fragmentation grossière de la matière organique morte, étape indispensable dans la partie biologique des cycles biogéochimiques. Selon les milieux, cette action se combine à celle des Diplopodes et des Isopodes, ou la remplace. Les prédateurs, eux, contribuent puissamment à maintenir l'équilibre dans les biocénoses du sol. Nous avons aussi voulu montrer les grandes difficultés techniques auxquelles se heurte l'étude de ces larves, difficultés au premier rang desquelles

il faut mentionner la systématique, encore très mal connue, chez les Diptères en particulier.

6. BIBLIOGRAPHIE

- AUROI, C. (sous presse). Expérimentation d'une méthode d'élevage pour les larves d'*Hybomitra bimaculata* (Macquart) (Diptères, Tabanidae). Bull. Soc. neuch. Sc. nat. 104.
- BIERI, M., DELUCCHI, V. et LIENHARD, C. 1978. Ein abgeänderter Macfadyen-Apparat zur dynamischen Extraction von Bodenarthropoden. Mitt. Schweiz-Ent. Ges. 51 : 119-132.
- BRAUNS, A. 1954. Terricole Dipterenlarven. Mutterschmidt. Göttingen.
- COIFFAIT, H. 1960. Les Coléoptères du sol. Act. Sci. Ind. Hermann. Paris.
- D'AGUILAR, J. et BESSARD, A. 1962. Activité biologique des larves de *Bibio* dans divers composts. In : Soil organisms. North Holland Publ. Comp. Amsterdam.
- EDWARDS, C.A. et FLETCHER, K.E. 1971. A comparison of extraction method for terrestrial Arthropods. In : PHILLIPSON, J. (ed) IBP Handbook 18. Soil Ecology. Blackwell. Oxford.
- HEALEY, I.N. et RUSSEL-SMITH, A. 1970. The extraction of fly larv from woodland soils. Soil Bio. Biochem. 2 : 119-129.
- KEVAN, D.K. Mc. E. 1962. Soil animals. Witherby. Londres.
- KRIZELJ, S. 1971. Recherches sur l'écosystème forêt. Série C. La chênaie à Galéobdolon et à Oxalis de Mesnil-Eglise (Féragé). Méthodes d'étude des entomocénoses forestières. Bull. Inst. r. Sci. nat. Belg. 47 (6) à 1-10.
- KRIZELJ, S. et VERSTRAETEN, C. 1971. *ibid.* Etude de l'entomofaune circulante. *Ibid.* 47 (26) : 1-37.
- LEMEE, G. 1978. La hêtraie naturelle de Fontainebleau. In : LAMOTTE, M. et BOURLIERE, F. Ecosystèmes terrestres : 75-128. Masson. Paris.
- MATHEY, W, DETHIER, M., GALLAND, P. LIENHARD, D., ROHRER, N. et SCHIESS, T. (sous presse). Etude écologique et biocénétique d'une pelouse alpine. Bull. Ecol.
- SZABO, I., MARTON, M. et PARTAI, G. 1964. Micro-milieu studies in the A-Horizon of a mull-like rendzina. In : Soil Micromorphology : 33-45. JONGERIUS, A. ed. Elsevier. Amsterdam, Londres et New-York.
- VAN DER DRIFT, J. et WITKAMP, M. 1960. The significance of the break-down of oak-litter by *Enoicyla pusilla* Burm. Arch. neer. Zool. 13 : 486-492.

BUCHBESPRECHUNG

MUELLER, G., Bodenkunde. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag DDR, Berlin 1980. 392 Seiten, 72 Abbildungen, 66 Tabellen und 4 Farbtafeln. Preis: DDR-Mark 35.- ; Fr.s. ca. 10.- . Bestellung: VEB Mühlfhäuser Druckhaus, 57 Mühlfhäuser (Thür) DDR; Bestellnummer: 5588960.

Der Deutsche Landwirtschaftsverlag Berlin hat in der Reihe Pflanzenproduktion ein Buch über die Bodenkunde herausgegeben, das Beachtung verdient. Als Autorenkollektiv zeichnen E. Ewald, I. Förster, G. Müller (Federführung) und G. Reter; als Gutachter sind I. Lieberoth und H. Pagel aufgeführt.

Das Buch ist in neun Abschnitte gegliedert. Im ersten Abschnitt "Wesen des Bodens, Bodenfruchtbarkeit, Geschichte der Bodenkunde" (11 Seiten) werden der Boden als vielfältiges System, die Bedeutung der Böden für die Gesellschaft und die Bodenfruchtbarkeit in geraffter Form präsentiert; ein geschichtlicher Rückblick erleichtert den Einstieg in die heutige Kenntnis der Böden. Im zweiten Abschnitt "Geologie und Petrographie" (17 Seiten) werden die endogenen und exogenen Geoprozesse und Landschaftsformen, die bodenbildenden Gesteine und die Erdgeschichte Mitteleuropas behandelt. Im dritten Abschnitt "Anorganische Bodensubstanz" (25 Seiten) werden Korngrößenklassen, Minerale, Bodenarten, Körnungsarten, Bodensubstrate und Substrattypen vorgestellt. Der vierte Abschnitt "Organische Bodensubstanz" (60 Seiten) wird besonders ausführlich behandelt. Darin ist die Unterscheidung zwischen lebender organischer Substanz (Bodenorganismen) und abgestorbener organischer Substanz (Humus) erwähnenswert, eine Gliederung, die leider häufig in bodenkundlichen Lehrbüchern fehlt. Im ausgesprochen wertvollen fünften Abschnitt "Physiko-chemische Prozesse und Pflanzennährstoffe im Boden" (49 Seiten) werden Verwitterung, Sorption und Ionenaustausch, Anionensorption, Bodenreaktion, Koagulation und Peptisation, Redoxeigenschaften der Böden sowie die Pflanzennährstoffe im Boden besprochen. Der sechste Abschnitt "Bodengefüge (Bodenstruktur) und gefügeabhängige mechanische Bodeneigenschaften" (27 Seiten) ist gegliedert in räumliche Beziehungen der festen Bodenbestandteile und der Gefügekörper, Porenverhältnisse und Bodendichte, Entstehung, Veränderung und Stabilisierung des Bodengefüges, Beeinflussung des Bodengefüges, Quellung und Schrumpfung sowie Konsistenz. Der siebte Abschnitt behandelt den "Wasser-, Luft- und Wärmehaushalt des Bodens" (52 Seiten). Im achten Abschnitt "Boden-genetik, Bodensystematik und Bodengeographie" (81 Seiten) wird besonders ausführlich auf die wichtigsten Bodentypen der gemäßigten Klimagebiete Europas" (25 Seiten) hingewiesen. Mit dem neunten Abschnitt "Bodenkartierung" und Bodenschätzung" (25 Seiten) schliesst der Textteil.

Das Buch besticht durch seine übersichtliche, klare Gliederung, seine leichte Lesbarkeit und seine präzisen Definitionen. Trotz des Nachteils einer gewissen Doppelpurigkeit (z.B. Stickstoffkreislauf) kann die Trennung der deskriptiven Abschnitte "anorganische und organische Bodensubstanz" von dem praxisrelevanten oekologisch bedeutsamen Abschnitt "physiko-chemische Prozesse und Pflanzennährstoffe im Boden" als gelungen bezeichnet werden.

Wertvoll ist die Erwähnung der ausserhalb des deutschen Sprachraums verwendeten Synonyme von verschiedenen Bodentypen. Das Werk hätte nur gewonnen, wenn mehr Platz für Grafiken und Tabellen eingeräumt worden wäre; so fehlen z.B. grafische Darstellungen der C-, N-, P- und S-Kreisläufe. Der oekologisch und bodenhygienisch interessierte Leser vermisst ein Kapitel über die - im ersten Abschnitt angedeutete - Sanierungs- oder Entsorgungsfunktion des Bodens sowie über die quantitative und qualitative Gefährdung der Böden durch anthropogene Umwelteinflüsse. Schade, dass im Literaturverzeichnis über die im Text zitierte Literatur keine präziseren Angaben gemacht werden. Kleinere nomenklatorische Unkorrektheiten können in einer zweiten Auflage eliminiert werden. So wäre etwa *Bacillus amylobacter* (p. 175) durch *Clostridium pasteurianum*, *Bacillus asterosporus* (p. 79) durch *B. polymyxa* zu ersetzen. Zudem ist es unverständlich, dass Actinomyceten als Uebergangsformen zwischen Bakterien und Pilzen (p. 79) bezeichnet werden und die Bakterien zum Pflanzenreich und nicht zu den Protisten oder Mikroorganismen gerechnet werden (p. 74).

Das vorliegende Buch ist laut Verfasser in erster Linie als Lehrbuch auf dem Gebiet der Bodenkunde für Agraringenieure an Universitäten und Hochschulen gedacht. Es kann aber eher als lexikonartiges Nachschlagewerk denn als Einführungsbuch für Anfänger bezeichnet werden. Nicht nur Vertreter der Pedologie sowie der Land- und Forstwissenschaft, sondern auch Vertreter der Physik, der Chemie, der Biologie und der Bodenhygiene können wertvolle Anregungen aus diesem Buch erhalten. Es bleibt zu wünschen, dass dieses Buch auch ausserhalb der DDR Beachtung findet.

F.X. Stadelmann und S.K. Gupta

RAPPORT D'ACTIVITE / JAHRESBERICHT 1980/81

L'année 1980 a été endeuillée par le décès du président Michel Pochon, disparu le 27 mai dans un accident d'hélicoptère. Il fut enlevé au milieu de son mandat, entre la séance scientifique et l'assemblée générale du 7 mars qu'il avait présidées, et l'excursion en Alsace qu'il se préparait à diriger. Le comité et plusieurs membres ont été présents aux obsèques.

La séance scientifique et l'assemblée générale ont eu lieu le 7 mars 1980 à l'Institut de géographie de l'Université de Berne. Il y a eu plus de soixante-dix participants et douze présentations d'exposés, nécessitant de ce fait deux sessions parallèles l'après-midi. Sujets traités: hydrologie, géochimie, dynamique superficielle, biologie-zoologie, technologie et génétique.

Au cours de l'assemblée générale, M. E. Frei, ancien président et co-fondateur de la société a été nommé membre d'honneur. L'assemblée a encore décidé, à la suite d'une proposition de M. E.W. Alther, l'instauration d'une commission chargée de la question de la protection des sols.

Les 12 et 13 septembre a eu lieu une excursion dans les Vosges et dans la plaine lorraine. Elle a été conduite par MM. Michel Gury et Jean-Claude Védry (Nancy, Université et C.N.R.S.). Les excursionnistes ont pu voir des sols sur granite des étages montagnard et submontagnard, ainsi que des dispositifs expérimentaux "in situ".

Le groupe de travail pour les lysimètres a tenu lors de la 160^e assemblée de la Société helvétique des sciences naturelles à Winterthour un "Symposium über die Relevanz von Lysimeter", au cours duquel neuf exposés ont été présentés. Le groupe de travail pour la classification des sols a poursuivi inlassablement son labeur de coordination des symboles et figurés utilisés dans la description des profils. La commission "Protection des sols" a, quant à elle, effectué une enquête auprès de tous les membres et a mis au point des documents soumis à l'a.g. 81.

Le bulletin no 4 est sorti de presse le 24 avril 1980. Tiré à 366 exemplaires, il a été distribué à tous les membres, aux auteurs des articles ainsi qu'à vingt-deux sociétés-soeurs et à une quinzaine de bibliothèques.

Le centre de documentation a reçu 24 titres, ce qui met le nombre d'ouvrages catalogués à 206. Il reçoit quelques titres en échange du bulletin, ainsi que les annuaires et bulletins de la SHSN.

Zurich, le 6 mars 1981

SOCIÉTÉ SUISSE DE PÉDOLOGIE

Le Secrétaire: L.-F. BONNARD

BERICHTE VON ARBEITSGRUPPEN UND KOMMISSIONEN

1. Arbeitsgruppe für BODENKLASSIFIKATION und NOMENKLATUR

Das eigentliche Schwergewicht der Tätigkeit im vergangenen Jahr lag im Erstellen einer Liste mit den gebräuchlichsten Signaturen für Bodenprofilskizzen als Ergänzung zur Zusammenstellung über die Horizontsymbole aus dem Jahre 1979. Es darf festgestellt werden, dass die bisher in den verschiedensten Arbeitsbereichen verwendeten Signaturen einige Unterschiede aufwiesen. Je nach der Zielsetzung und dem Zweck, dem eine Profilskizze dienen sollte, ergaben sich mehr oder weniger grosse Differenzen. Diskussionspunkte waren vor allem die Signaturen zur Bezeichnung der organischen Substanz, bzw. einer Humusform. Ein Ordnungsprinzip nach Abbaugrad, Abbaubedingungen und Vermischung mit der Mineralerde wurde angestrebt. Die meisten widersprüchlichen und mehrdeutigen Signaturen konnten beseitigt werden.

Es sollte möglich sein im Verlauf dieses Jahres, eine bereinigte Liste als allgemeine Empfehlung an alle Mitglieder der BGS abgeben zu können.

Im weitem beschäftigte sich die Arbeitsgruppe mit der US Soil Taxonomy. Prof. Bach erarbeitete eine Zusammenfassung, hauptsächlich über die Kapitel mit den diagnostischen Horizonten. Eine auch nur vereinfachte Anwendung dieses Systems erwies sich als schwierig.

Für den nächsten Sommer ist nebst den gemeinsamen Arbeitssitzungen auch eine Exkursion vorgesehen, an der Horizontsymbole und Signaturen in der Praxis am natürlich gelagerten Bodenprofil diskutiert und auf ihre Zweckmässigkeit hin überprüft werden können.

Birmensdorf, 25. Februar 1981.

P. Lüscher

2. Kommission BODENSCHUTZ

Die "Kommission Schutz des Bodens" wurde aufgrund der Motion Alther und des Beschlusses der GV am 7. März 1980 eingesetzt und beauftragt, die Motion zu überprüfen, die Bildung einer Arbeitsgruppe abzuklären und darüber zuhanden der GV 1981 Bericht zu erstatten. Sie setzte sich aus 8 Mitgliedern zusammen, nämlich E.W. Alther, L.-F. Bonnard, E. Frei, W. Matthey, Th. Mosimann, J. Polomski, J. Schüepp und F. Stadelmann (M. Pochon wurde durch L.-F. Bonnard ersetzt). In vier Sitzungen der Kommission und fünf Sitzungen des Ausschusses setzte man sich mit den gestellten Aufgaben intensiv auseinander und kam dabei einstimmig zur Ueberzeugung, dass sich die BGS intensiv dem Problem des Bodenschutzes zu widmen habe, da heute der Boden quantitativ und qualitativ gefährdet ist.

Um die Priorität der Aspekte-Vielfalt des Bodenschutzes, der Bodenzerstörung und der Nutzungsentfremdung erfassen zu können, bediente sich die Kommission des Instrumentes einer Umfrage unter den BGS-Mitgliedern, woraus sich folgende Arbeitsgebiete ergaben:

	Anzahl Stimmen
Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit	26
Bodenerosion, Abspülung	20
Erhaltung des Bodengefüges (Verdichtungen)	18
Erhaltung der landwirtschaftlichen Nutzfläche	15
Oeffentlichkeitsarbeit (Information)	15
Bodenverbesserungen (Meliorationen)	13
Immissionsschutz	12
Planung. Orts-, Regional- und Landesplanung	11
Vorschläge für Lehrplangestaltung an Hochschulen	11
Rekultivierung von Bauland und Gruben	9
Aufgelassenes Kulturland (Sozialbrache)	8
Uebrigere Arbeitsgebiete	1 - 5

Die Mitglieder der Kommission einigten sich, der GV einen Resolutions-Text "Schutz des Bodens" zur Veröffentlichung vorzulegen und den Antrag zu stellen, eine Arbeitsgruppe "Schutz des Bodens" zu gründen. Beide Texte lagen zu Beginn der GV zur Prüfung durch die Mitglieder schriftlich vor. Während

der Tätigkeit der Kommission kamen aus Parlamentarierkreisen Anfragen über die Bodenkartierung und die gesetzliche Verankerung des Bodenschutzes, denen wir uns sofort annahmen. Aufgrund dieser Ergebnisse wird der zu gründenden Arbeitsgruppe empfohlen, mitzuhelfen, dass der Boden in seinem Zustand, seiner Existenz, Gesundheit und Funktion geschützt wird. Sie soll ferner mit den zur Verfügung stehenden Mitteln beitragen, dass

- Böden, die aufgrund ungeeigneter Bewirtschaftungs- oder Meliorationsmassnahmen bedroht sind, geschützt werden,
- die Bodenfruchtbarkeit und -gesundheit vor den verschiedenen schädlichen Immissionen geschützt werden,
- das stete Schwinden infolge zunehmender Bauflächen (Wohn-, Industrie- und Verkehrsflächen, sowie touristische Erschliessungen) verhindert wird,
- die Landwirtschaftszonen und Naturschutzgebiete erhalten bleiben.

Mit der Annahme dieser Anträge hat die Kommission ihre Aufgabe erfüllt und wird durch die Arbeitsgruppe "Schutz des Bodens" ersetzt und ergänzt durch die weiteren Mitglieder M. Bieri, O. Furrer, H. Häni, Ch. Oggenfuss, K. Peyer, Ch. Salm und H. Sticher. Vorgängig bleibt mir die angenehme Pflicht, allen Kommissionsmitgliedern für die aktive Mitarbeit herzlich zu danken.

Flawil, 25. März 1981.

E.W. Alther

AUTORENVERZEICHNIS

ALTHER, E.W.	35, 60
BACH, R.	5
BONNARD, L.-F.	58
DETHIER, M.	45
FITZE, P.	29
FREI, E.	21
GUPTA, S.K.	56
JAEGGI, W.	43
LUESCHER, P.	7, 59
MATHEY, W.	45
RICHARD, F.	7
SCHUETZ, E.	21
STADELMANN, F.X.	56
WALTER, M.	13

