

**MITTEILUNGEN  
DER  
ÖSTERREICHISCHEN  
BODENKUNDLICHEN  
GESELLSCHAFT**

Heft 27

Wien 1983

**MITTEILUNGEN  
DER  
ÖSTERREICHISCHEN  
BODENKUNDLICHEN  
GESELLSCHAFT**

Heft 27

Wien 1983

Eigentümer, Herausgeber und Verleger:  
Österreichische Bodenkundliche Gesellschaft  
Gregor-Mendel-Straße 33, A-1180 Wien

Schriftleitung und für den Inhalt verantwortlich:  
Univ.-Dozent Dr. O. Nestroy

Druck: Wirtschaftsbetriebsges. m. b. H., Berggasse 5, A-1090 Wien

Gefördert durch das Bundesministerium für  
Wissenschaft und Forschung in Wien

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
E. MÜCKENHAUSEN: Neuere Entwicklung in der Boden- systematik der Bundesrepublik Deutschland.....	5
S. VERGINIS und O. NESTROY: Standortkundliche Un- tersuchungen auf dem Nordwest- und Zentral- Peloponnes.....	32
W. LOUB und G. HAYBACH: Bodenbiologische Untersuchun- gen an Böden aus Lockersedimenten.....	66

Kurzfassungen der Vorträge

W. KILIAN: Bericht über die Arbeitssitzung und Ex- kursion in München vom 15.-17.9.1982 mit dem Thema: "Alpine Böden aus Carbonatgestein - Klassi- fikation und Nomenklatur".....	124
J. GUSENLEITNER: Schwermetalle im System Boden- Pflanze.....	126
K. AICHBERGER: Schwermetalle in Böden Oberösterreichs und deren analytische Erfassung.....	128
A. KÖCHL: Schwermetalle im Pflanzenbau.....	129
W. LOUB: Zur mikrobiologischen Charakterisierung natürlicher und bewirtschafteter Böden.....	134
O. H. DANNEBERG: Neuere Entwicklungen auf dem Gebiet der Huminstoff-Analytik.....	136
O. PREGL: Aufgaben und Arbeitsmethoden des Erd- und Grundbauingenieurs.....	138
H. HACKER: Tätigkeitsbericht 1982.....	140
Neue Mitglieder.....	147
Publikationen der Gesellschaft.....	148
Anzeige.....	154

Neuere Entwicklung in der Bodensystematik der  
Bundesrepublik Deutschland  
von E. M ü c k e n h a u s e n

Zusammenfassung

Ein geschichtlicher Überblick der Entwicklung von Bodenklassifikationen wird einer neuen bodensystematischen Konzeption von W.L. KUBIENA vorausgeschickt. Die Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft gründete 1952 einen Arbeitskreis für Bodensystematik, der 1962 eine Systematik der Böden der Bundesrepublik Deutschland publizierte, in der bereits wichtige Bodenprozesse und Bodentypen in großen Zügen quantifiziert sind. Die Kriterien und Kategorien dieser Systematik bilden auch in Zukunft die Basis für eine Quantifizierung der Bodentypen und Subtypen. Dabei wird eine weitgehende Übereinstimmung mit der "Kartieranleitung" (3. Auflage) der Geologischen Landesämter der Bundesrepublik Deutschland gesucht, wie das bereits in der Forstlichen Standortserkundung, im DVWK-Regelwerk und in den DIN 4220 und 4047 geschehen ist. Eine neue, quantifizierte Horizontsymbolik wurde inzwischen ausgearbeitet; in Vorbereitung steht eine Quantifizierung der Diagnostischen Horizonte. - Zum Schluß werden noch folgende Fragen bzw. Probleme diskutiert: Grenze der Quantifizierung bodenkundlicher Fakten; Unterschied zwischen Merkmals-Bodentypus und Funktionellem Bodentypus sowie zwischen Bodentypus und Pflanzenstandort; Gründe für die verschiedenen Bodenklassifikationen in den verschiedenen Ländern.

## Summary

A historical synopsis of the development of soil classifications will be mentioned before a new soil systematical conception from W.L. KUBIENA. The German Soil Science Society had established in 1952 a working group on soil system (classification). This group published in the year 1962 a system of the soils in the Federal Republic of Germany. In this book already are quantified in several cases important soil processes and soil types (typ in German sense). The criteria and the categories of this system form the basis for a quantification of the soil types and subtypes also in the future. With this will be aspired to as much conformity as possible with the mapping-guidance (Kartieranleitung), 3. edition, of the geological survey of the countries in the Federal Republic of Germany. This is happened too in the soil survey of the forests, in the DVWK-Rules and in the DIN (norm) 4220 and 4047. The working group on soil system had elaborated a new quantified horizon-symbolism and we prepare too a quantification of the diagnostic horizons. - Finally will be discussed the following problems: limits of the quantification of the soil facts; difference between feature-soil type and functionary-soil type, farther between soil type and site; causes for the different soil classifications in the different countries.

Wenn ich an dieser Stelle über die neueren Entwicklungen in der Bodensystematik der Bundesrepublik Deutschland berichte, so muß ich einleitend bekennen, daß der Anfang unseres Bemühens um eine neue Systematik der Böden der Bundesrepublik Deutschland maßgeblich von Österreich aus beeinflußt wurde.

Das erwähne ich mit dankbarem Rückblick.

Die Bodensystematik ist ein trockener Stoff; aus diesem Grund wird nicht gern darüber berichtet. Zudem kann man dabei leicht in Meinungsverschiedenheiten mit Kollegen geraten. Das enthebt uns nicht der Pflicht, uns zu einer klaren und einheitlichen Vorstellung über eine Bodensystematik durchzuringen.

#### Geschichtliches zur Bodensystematik

Ich muß kurz in die Geschichte der Bodenkunde in Deutschland zurückgehen, soweit die Bodensystematik betroffen ist. In den zwanziger Jahren hatte Professor Hermann Stremme einen regen Fachaustausch mit den russischen Kollegen. Er verband das damals um etwa 30 Jahre ältere bodenkundliche Gedankengut von E. Ramann (1905/11) mit dem der russischen Bodenkundler, die damals bereits auf eine mehr als 50 Jahre währende bodenkundliche Forschung zurückblicken konnten. Stremme entwickelte damals für Deutschland eine Bodensystematik bzw. Bodenklassifikation, deren Gliederungsprinzip die Bodenbildungsfaktoren waren: Klima, Vegetation, Relief, Zuschußwasser, Tier, Mensch und Zeit (1926). Damals wurde Prof. Stremme von der soeben gegründeten Internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft beauftragt, eine Bodenkarte von Europa 1:2,5 Mio. auszuarbeiten. Als ich vor 50 Jahren in Danzig studierte, lag diese Karte auf dem Zeichentisch; sie erschien 1937. Für den damaligen Forschungsstand der Bodenkunde war dies ein ausgezeichnetes Forschungswerk, das

auch heute noch des Studiums wert ist. Das damalige Deutsche Reich und die Freie Stadt Danzig wurden nach der gleichen bodenkundlichen Klassifikation in der Übersicht kartiert; die Karte wurde publiziert.

Im Jahre 1938 schrieb Prof. Laatsch sein Buch "Dynamik der Deutschen Acker- und Waldböden". Der Titel dieses Buches besagt schon, daß statt der Bodenbildungsfaktoren nun die Bodenbildungsprozesse die Grundlage einer Bodeneinteilung bzw. Bodensystematik sein sollen. Die Hervorhebung der Bodenbildungsprozesse war ein wichtiger Schritt, allerdings waren diese Grundvorstellungen von der Bodengenese und der Bodendynamik schon früher bei den russischen Bodenkundlern vorhanden und wurden in ausgezeichneter Weise von Stebutt (1930) in seinem Lehrbuch der Bodenkunde dargestellt.

Der letzte Weltkrieg unterbrach weitgehend die Bodenforschung unserer beiden Länder. Nach dem Krieg entstanden in der Bundesrepublik Deutschland zehn selbständige Bundesländer, und jedes dieser Länder richtete ein Geologisches Landesamt ein, wovon die meisten (außer Hamburg, Bremen und Saarland) eine Bodenkundliche Abteilung besitzen. Ich leitete damals diese Abteilung im Geologischen Landesamt Nordrhein-Westfalen. Obgleich diese Ämter unabhängig voneinander sind, haben sich deren Bodenkundler schon 1948 auf freiwilliger Basis zu einer "Arbeitsgemeinschaft Bodenkunde" zusammengeschlossen. Unsere ersten Zusammenkünfte sollten dazu dienen, im Hinblick auf die Herstellung gleicher Bodenkarten zu einer gleichen Beurteilung und Benennung der Böden zu gelangen. Rückschauend auf dieses Bemühen muß ich heute offen gestehen, daß anfänglich im Kollegenkreis eine geradezu babylonische Verwirrung in der Benennung der Böden, aber auch bei der Deutung des Bodenprofils bestand. Deshalb nahmen wir uns vor, für die Bundesrepublik Deutschland eine Bodensystematik bzw. Bodenklassifikation auf der Basis der Bodenbildungsprozesse und der daraus resultierenden Bodenprofile zu schaffen.

Auf der Tagung der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft 1952 in Bad Kreuznach legte ich einen ersten Entwurf einer Systematik der Böden der Bundesrepublik Deutschland vor. In diesem Entwurf hatte ich viele neue Bodennamen vorgeschlagen, die mnemotechnisch wenig glücklich waren. Es waren zum Teil Kunstwörter, meistens aus Silben der alten Sprachen zusammengesetzt, und damit hatten sie gewisse Ähnlichkeit mit den Bodennamen der Soil Taxonomy, die damals noch nicht existierte. Dieser mein Vorschlag fand damals keine Zustimmung der Mitglieder der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft. Aber es war Anlaß, daß ihr damaliger Präsident, Professor Scheffer, mit Billigung der Mitglieder unserer Gesellschaft einen "Arbeitskreis für Bodensystematik" gründete, der damals aus den Mitgliedern Prof. Vogel als Vorsitzender, Prof. Laatsch, Dr. Heinrich als Forstbodenkundler und mir als Federführender bestand. Dieser Arbeitskreis besteht heute noch, jedoch wechselte die Zusammensetzung, nur ich als Federführender bin heute noch darin tätig.

#### Bedeutung Kubienas für die Bodensystematik

Kurz nachdem der Arbeitskreis für die Bodensystematik eingesetzt worden war, erschien 1953 das profunde Werk von Prof. Dr. W.L. Kubiena "Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas". Fast gleichzeitig wurde es in englischer und spanischer Sprache veröffentlicht. Dieses Buch entsprach in seiner Konzeption von einer Systematik der Böden den Vorstellungen, die der Arbeitskreis sich zu Anfang seiner Tätigkeit machte.

Hier möchte ich einige markante Sätze aus dem Vorwort des Werkes "Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas" von Kubiena einfügen. Er sagt:

- ad). Fehlen einer einheitlichen Nomenklatur: "Der Bau der Bodenkunde kann so leicht zu einem Turmbau zu Babel werden, bei dem am Ende kaum noch ein Maurer den anderen versteht, weil jeder sozusagen seine eigene Sprache spricht."
- ad) Merkmale der Nomenklatur: "Ein gutes Nomenklatursystem soll einfach, leicht zu handhaben, übersichtlich in allen Sprachen leicht verwendbar sein, Zusammengehöriges, Verwandtes schon durch die Namengebung erkennen lassen und alles das mit möglichst kurzen Bezeichnungen leisten können."
- ad). Regeln der Nomenklatur: "Die Regeln der Nomenklatur müssen aus der Bodensystematik selbst abgeleitet werden und dürfen ferner zu dem bisher Geschaffenen nicht in allzu großem Gegensatz stehen."

Da das genannte Werk von Kubiens eine weite Verbreitung und allgemeine Anerkennung fand, erschien es uns als folgerichtig, an das Konzept von Kubiens anzuknüpfen und für die Böden der Bundesrepublik Deutschland eine genetisch fundierte Systematik zu schaffen.

#### Kriterien für die Bodensystematik

Dementsprechend sollten die Böden nach bodeneigenen Kriterien, welche die wichtigsten physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften in sich schließen, in eine systematische Ordnung gebracht werden. Diese Kriterien sind:

1. Die Richtung und das Ausmaß der Perkolation d.h. die Wanderung echt- und kolloidgelöster sowie anderer wanderungsfähiger Stoffe im Boden.
2. Der pedogenetisch bedingte Profilaufbau, einschließlich der Humusdecke, aber nicht die geologisch bedingte Schichtung.

3. Das durch das Ausgangsmaterial bedingte Filtergerüst des Bodens, d.h. das Textur- und Gefügesystem; denn davon hängen maßgeblich Bodenbildung und Wasserhaushalt ab.
4. Die spezifische Bodendynamik, d.h. die jeweiligen bodenbildenden Prozesse im Boden, die in Abhängigkeit von Perkolation, Filtergerüst und Profilaufbau stehen.

Diese vier bodeneigenen Kriterien beinhalten in großen Zügen auch die wichtigsten physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften. Hier ist aber bereits darauf hinzuweisen, daß die Böden durch die Bewirtschaftung Eigenschaften erhalten können, die der natürlichen Pedogenese nicht entsprechen. Darüber später mehr.

#### Kategorien der Bodensystematik

Auf der Basis dieser vier bodeneigenen Kriterien haben wir die Böden der Bundesrepublik Deutschland in ein System von sechs pedogenetisch bedingte Kategorien eingeordnet:

1. Die Abteilungen umfassen die Böden mit der gleichen Hauptrichtung der Perkolation, d.h. mit der gleichen Einwirkungskraft des Wassers, und zwar Terrestrische Böden (Landböden), Semiterrestrische Böden, Subhydrische Böden und Moore.
2. Die Klassen umfassen Böden mit gleicher oder ähnlicher Horizontfolge; auch kann eine Klasse durch eine spezifische Dynamik gekennzeichnet sein.
3. Die Typen stellen Böden dar mit einer bestimmten Horizontfolge und spezifischen Eigenschaften der einzelnen Horizonte und somit charakteristische Umbildungsformen der Lithosphäre. Sie werden geprägt durch bestimmte Bodenbildungsprozesse und die Eigenart des Ausgangsmaterials. Die Typen stehen im Mittelpunkt der Bodensystematik.

4. Die Subtypen sind qualitative Modifikationen der Typen. Das bedeutet, daß bei ihnen artfremde Merkmale zu denen des Typs treten. Oft sind Subtypen durch das gemeinsame Auftreten der Merkmale zweier Typen gegeben; es sind dies die Übergangsbildungen zweier Typen. Die Zuordnung solcher Subtypen geschieht nach den vorherrschenden Merkmalen, z.B. ist ein Gley-Podsol ein Podsol mit Merkmalen des Gleyes im tieferen Unterboden und steht als Subtyp bei dem Typ "Podsol". Herrschen hingegen die Merkmale des Gleyes vor, d.h. unterbindet hohes Grundwasser die Ausbildung des Podsol-B, so sind die Merkmale des Gleyes vorherrschend, und deshalb steht diese Übergangsbildung Podsol-Gley als Subtyp bei dem Typ "Gley".
5. Die Varietäten sind quantitative Modifikationen der Subtypen, d.h. sie stellen graduelle Unterschiede der Subtypen dar, z.B. Stufen der Ausbildung bestimmter und bestimmender bodentypologischer Merkmale. Z.B. sind schwach, mittel und stark ausgeprägter Gley-Podsol die Varietäten des Subtyps "Gley-Podsol". Zu ergänzen ist in diesem Falle die bodentypologische Ausprägung der Vergleyung, z.B. "schwach vergleyt", so daß die vollständige Bezeichnung dieser Varietät wäre "stark ausgeprägter Gley-Podsol, schwach vergleyt". Das Untergeordnete wird also nachgesetzt.
6. Die Subvarietäten umschließen alle qualitativen und quantitativen Besonderheiten der Varietäten. Beispiel: starker Gley-Podsol, schwach vergleyt, 15 cm mächtiger Rohhumus. In der Subvarietät soll auch der Faktor "Wasser" näher differenziert werden, ebenso die durch Bodennutzung eingetretenen Veränderungen (Ap-Horizont, Ackerbraunerde).
7. Die Formen (von Bodenlokalform) werden gebildet, indem zu den pedogenetischen Kategorien 1 bis 6 die lithogenen Merkmale, nämlich Textur und Ausgangsgestein einbezogen werden, z.B. stark ausgeprägter Gley-Podsol, schwach ver-

gleyt, 15 cm Rohhumus, mittelkörniger Sand des rißeiszeitlichen Schmelzwassers. Pedogene und lithogene Merkmale zusammen ergeben die unübersehbare Zahl der Bodenformen der Pedosphäre.

Die Ausarbeitung der bodeneigenen Kriterien und der systematischen Kategorien waren die Grundlage für den Ausbau der Bodensystematik für die Bundesrepublik Deutschland. Daran hat der Arbeitskreis für Bodensystematik einige Jahre gearbeitet. Das Konzept von Kubiena war dabei außerordentlich hilfreich.

#### Arbeitskreis für Bodensystematik

Die Arbeitsorganisation des Arbeitskreises für Bodensystematik war von Anfang an folgendermaßen geplant:

1. Die Mitglieder des Arbeitskreises trafen sich einmal oder zweimal im Jahr zu einer zweitägigen Arbeitssitzung, meistens in München, am Ort des ersten und zweiten Vorsitzenden.
2. Der Arbeitskreis unternahm gemeinsame Exkursion in Gebieten mit Böden, deren Systematisierung schwierig war.
3. Zu den Arbeitssitzungen und zu den Exkursionen wurden immer wieder Bodenkundler zur Mitarbeit gebeten, von denen ein bodensystematischer Beitrag zu erwarten war.
4. Die Mitglieder der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft wurden über den Fortschritt der bodensystematischen Arbeit durch Vorträge unterrichtet. Die erste zusammenfassende Darstellung der erarbeiteten "Bodensystematik" wurde 1962, also 10 Jahre nach der Gründung des Arbeitskreises in dem Buch "Entstehung, Eigenschaften und Systematik der Böden der Bundesrepublik Deutschland" im DLG-Verlag, Frankfurt/M., veröffentlicht. Nach weiteren 15 Jahren Arbeit (1977), in der vor allem der Katalog der Bodentypen und

Subtypen erweitert und die Abgrenzung dieser Böden genauer gefaßt wurden, erschien die 2. Auflage dieses Buches mit allen in diesen 15 Jahren gesammelten, diskutierten und definierten Bodentypen und deren Subtypen sowie eine Anzahl weitverbreiteter niederer Kategorien. Die Systematik umfaßt: 4 Abteilungen, 18 Klassen, 57 Typen, 194 Subtypen und noch eine Anzahl von niederen Kategorien (Varietäten, Subvarietäten).

Anfänglich glaubten wir im Arbeitskreis, wir könnten in etwa drei Jahrzehnten den gesamten Katalog der in unserer Bundesrepublik auftretenden Bodentypen mit allen deren niederen Kategorien bis zur Subvarietät beschreiben, definieren und abgrenzen, d.h. ein vollständiges System der Böden der Bundesrepublik Deutschland präsentieren. Nach etwa 15jähriger Arbeit mußten wir aber einsehen, daß diese Aufgabe nur bis zum Subtyp lösbar war, und deshalb steuerten wir von da ab dieses Ziel an. Mit der Herausgabe der 2. Auflage (1977) der erwähnten "Systematik" war diese Aufgabe weitgehend erledigt; sie enthält alle Bodentypen und auch weitgehend alle Subtypen unseres Landes.

#### Bodensystematik - Bodenkarten - Literatur

Die Ansteuerung des genannten Zieles schien uns deshalb besonders wichtig, weil die Bodentypen und ihre Subtypen die Basisgliederung der Bodenkarten - legendender deutschen Länder sein soll. Die weitere Gliederung der Böden bei der Kartierung in sogenannte Kartiereinheiten sollte der erfahrene Kartierer aufgrund der örtlichen Gegebenheiten selbst vornehmen. Auch dieses Ziel wurde erreicht. Allen unseren Bodenkarten unterliegt als Großgliederung die vom Arbeitskreis erarbeitete Bodensystematik.



c) Besondere niedere Kategorien (Subvarietäten):

5. Ranker mit Moderauflage,
6. Ranker mit Rohhumusaufgabe.

Horizontfolge (Beispiel 6.): L-Of-Oh-(Aeh-)(Cv-)Cn-Profil.

Ein gutes Beispiel für die Anwendung dieser "Kartieranleitung" bildet die soeben erschienene Erläuterung zur Standortkarte von Bayern Hallertau (Zusammendruck von 9 Blättern 1:25.000, 1982), in der 58 Bodentypen bzw. niedere bodentypologische Kategorien beschrieben und durch Analysen unterbaut sind, wobei auch Hinweise auf Nutzung und Ertragspotential gegeben sind.

In der forstlichen Standortserkundung, an der auch die Herren Ministerialrat Jelem und Dr. Kilian aus Wien mitgewirkt haben, und die jetzt als 4. Auflage vorliegt, ist als Grundgliederung der Böden ebenfalls unsere "Systematik" maßgebend. Auch in der Norm DIN 4047 Teil 3, die in erster Linie für die Wasserwirtschaft geschaffen wird, sind neben wichtigen Termini der Bodenkunde die vom Arbeitskreis für Bodensystematik definierten Bodentypen enthalten. Das gleiche gilt für Normen des Landwirtschaftlichen Wasserbaues, insbesondere für die DIN 4220, an deren Gestaltung erfreulicherweise ein österreichischer Kollege, Wirkl. Hofrat Dr. F. Blümel, bereits über zwei Jahrzehnte mitwirkt. Ferner sind die gleichen Bodentypen in einem Regelwerk des DVWK (Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturbau) enthalten (1980). Die von der Bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau herausgegebenen "Merkblätter für Bodenkultur" umfassen die bedeutendsten Bodentypen Bayerns, für welche die wichtigsten Eigenschaften und die Nutzung aufgeführt sind.

Die einheitliche Anwendung der vom Arbeitskreis ausgearbeiteten Bodensystematik bei der Bodenkartierung und anderen

Arbeiten am Boden hat die Fachverständigung sehr erleichtert. Dazu hat natürlich auch die Übernahme dieser Systematik in die in unserem Lande verwendeten bodenkundlichen Lehrbücher wesentlich beigetragen. Es sind dies: Lehrbuch der Bodenkunde von Scheffer/Schachtschabel (1982); Bodenkunde von Kuntze, Niemann, Röschmann und Schwerdtfeger (1981); Bodenkunde und ihre Grundlagen von Mückenhausen (1974/81); Bodenkunde in Stichworten von Schroeder (1979).

### Erste Quantifizierung

Der Arbeitskreis war sich bereits zu Beginn seiner Arbeit bewußt, daß die bodensystematische Gliederung der Böden nicht nur bei qualitativen Definitionen stehen bleiben kann, daß vielmehr dann, wenn eine Übersicht über die vorkommenden Bodentypen gewonnen ist, quantitative Definitionen, also eine Quantifizierung folgen müsse. Bereits in der vom Arbeitskreis 1962 publizierten "Bodensystematik" ist dem Streben nach Quantifizierung, soweit das damals möglich war, Rechnung getragen worden. Dafür sei als Beispiel die Parabraunerde mit ihren verschiedenen Bildungsabweichungen erwähnt:

#### 1. Grad der Tonverlagerung bei lehmiger Textur:

(Tonverlagerung = durchschlämmt = lessiviert)

schwach durchschlämmt = Ah + Al bis 30 cm mächtig,  
 mittel durchschlämmt = Ah + Al 30-50 cm mächtig,  
 stark durchschlämmt = Ah + Al über 50 cm mächtig.

#### 2. Grad der Tonverlagerung bei sandiger Textur:

schwach durchschlämmt = Bt-Bereich bis etwa 1 m  
 mächtig, darin einige  
 schmale Bt-Bänder,

mittel durchschlämmt = Bt-Bereich etwa 1-2 m  
mächtig, darin mehrere  
schmale und breitere  
Bt-Bänder,  
stark durchschlämmt = Bt-Bereich über 2 m mächtig,  
darin viele schmale und/oder  
breitere Bt-Bänder.

### 3. Grad der Podsolierung:

schwach podsoliert = Ae 3-6 cm mächtig,  
mittel podsoliert = Ae 6-10 cm mächtig,  
stark podsoliert = Ae über 10 cm mächtig.

### 4. Grad der Pseudovergleyung:

schwach pseudovergleyt = Pseudovergleyung ab  
100 cm Tiefe,  
mittel pseudovergleyt = Pseudovergleyung ab  
70 cm Tiefe,  
stark pseudovergleyt = Pseudovergleyung ab  
40 cm Tiefe.

In dieser Weise sind in der "Systematik" von 1962 auch für die meisten anderen Bodentypen quantifizierte Abstufungen aufgeführt. Indessen genügt das nicht für den Anspruch auf eine hinreichende Quantifizierung, die wie gesagt für eine spätere Zeit vorgesehen wurde. Diese Zeit war etwa mit der Herausgabe der 2. Auflage der "Systematik" 1977 erreicht.

### Quantifizierung der Horizontsymbole

Zur Quantifizierung kam noch ein Anstoß von anderer Seite. Auf der Tagung der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft 1979 in Freiburg/Br. hielt Prof. Schlichting einen Vortrag mit dem Thema "Beitrag zur Quantifizierung der DBG-Systematik", der unter den Autorennamen E. Schlichting und

H.-P. Blume veröffentlicht ist (1979). Die Autoren knüpfen mit dieser Publikation im wesentlichen an die "Soil Taxonomy" und an einen Vorschlag der FAO an. Der Inhalt dieses Vortrages von E. Schlichting deckte sich mit den Vorstellungen des Arbeitskreises, so daß dieser Vortrag eine der Grundlagen für die Quantifizierungsarbeit sein soll.

Im Arbeitskreis begannen wir auf dieser Basis zuerst mit der Ausarbeitung einer neuen quantifizierten Horizontsymbolik; erst später sollte die Quantifizierung der diagnostischen Horizonte und dann der wichtigsten bodentypologischen Kategorien, nämlich der Bodentypen und Subtypen, folgen.

Der erste Entwurf der neuen quantifizierten Horizontsymbolik wurde im Winter 1981/82 in den Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft zur Diskussion gestellt mit der Bitte an die Mitglieder, bis zum Mai 1982 Änderungsvorschläge vorzubringen. Von 15 Kollegen wurden Korrekturvorschläge eingereicht. Aufgrund dieser und eigener Änderungswünsche des Arbeitskreises wurde ein zweiter Entwurf ausgearbeitet, der im Januar 1983 an interessierte Mitglieder der DBG versandt wurde mit der Bitte um erneute Durchsicht und weitere Korrekturvorschläge.

Der Arbeitskreis betrachtet die neue quantifizierte Horizontsymbolik nach wie vor als einen Entwurf, der erst zur Reife gebracht werden muß. Ob dieser dann so viel Zustimmung in der Fachwelt findet, daß er zur Annahme und Verwendung von der DBG empfohlen werden kann, kann erst später entschieden werden.

Gegenüber der bisher in unserem Lande verwendeten Horizontsymbolik, die in der schon erwähnten "Kartieranleitung" und in den einschlägigen Lehrbüchern unseres Landes zu finden ist, weicht die neue Horizontsymbolik von der bisher

üblichen ab, indem die Einzelsymbole vom Benutzer selbst kombiniert werden müssen. Die Hauptsymbole als Großbuchstaben für die Horizonte und die Symbole für die zugehörigen Horizontmerkmale als Kleinbuchstaben werden getrennt definiert und quantifiziert, z.B. beim Bv-Horizont der B-Horizont für sich und der Kleinbuchstabe v für die Verwitterung auch für sich. Weiteres Beispiel: Der Kleinbuchstabe e für Bleichung kann mit A und auch mit Sw kombiniert werden. Bei dieser neuen Horizontsymbolik sind auch geogene Merkmale einbezogen, die als Kleinbuchstabe dem Hauptsymbol vorangestellt werden, während die pedogenetisch bedingten Merkmale nachgestellt werden, so würde z.B. ein mergeliges festes Ausgangsgestein mit schwacher Verwitterung das Symbol emCv haben (e = mergelig, mC = Festgestein). Um das Prinzipielle der neuen quantifizierten Horizontsymbolik vorzustellen, wird nachstehend ein gekürzter Ausschnitt wiedergegeben.

## Prinzipien einer neuen quantifizierten Horizontsymbolik

### I. Haupthorizont und Schichten

- a) F Horizont am Gewässergrund bzw. ehemals unter Wasser gebildet ( >1 Gew.% org. Substanz).
- b) Organische Horizonte ( >30 Gew.% org. Substanz)
  - L und O bilden den Auflagehumus
  - L Ansammlung von nicht oder wenig zersetzter Pflanzensubstanz
  - O Humusansammlung über dem Mineralboden mit >10 Vol.% der organischen Substanz als Feinsubstanz.
  - H Organischer Horizont (Torf)
    - nH, üH und hH werden näher definiert.
- c) Mineralische Horizonte und Schichten ( <30 Gew.% org. Substanz).  
Beispiele:

A Mineralischer Oberbodenhorizont

B Mineralischer Unterbodenhorizont mit einer Änderung  
des Stoffbestandes

C Allgemein das Ausgangsgestein

1. Kennzeichnung nach der Grabbarkeit 1C (1 = locker)  
und mC (m = fest).

2. Kennzeichnung nach dem Mineralbestand, z.B.  
t = tonig, k = kalkig.

3. Kennzeichnung nach dem Verwitterungsgrad,  
mCv = schwach verwittertes Festgestein, aber noch  
im Verband, 1Cv = Lockergestein, etwas verwittert.

P Mineralischer Unterbodenhorizont aus Tongestein,  
und zwar

1. mit hohem Tongehalt ( >45%) und

2. ohne die Merkmale und Eigenschaften der S-Hori-  
zonte.

Es folgen die weiteren Hauptsymbole.

## II. Pedogene Horizontmerkmale

Während die geogene Merkmale vor dem Hauptsymbol stehen,  
werden die pedogenen Merkmale nachgestellt.

Beispiele:

i	In Kombination mit A initiale Boden-
sehr schwach	bildung
entwickelt	

a	Horizont mit 15-30 Gew.% org. Substanz
anmoorig	und >1 dm Mächtigkeit.

o	Oxidierter Mineralbodenhorizont, und
oxidiert	zwar
	1. rostfleckig oder/und Kalkflecken,
	Gro 5-10%, Go >10% (Flächen-%) Rost-
	flecken, und
	2. im Grundwasserschwankungsbereich ent-
	standen.

s  
sesquioxid-  
akkumuliert

Mit Sesquioxiden durch Fe- und Al-  
Zufuhr angereicherter Horizont.

e  
gebleicht

Gebleichter Horizont, und zwar  
1. mit einem Munsell-Farbwert von 4  
und mehr,  
2. sauergebleicht, über einem Bh- bzw.  
Bhs-, Bs- oder Bsv- Horizont liegend,  
oder in Verbindung mit Naßbleichung  
über einem Sd-Horizont.

t  
tonakkumuliert

Tonangereicherter Horizont, und zwar  
mit  
1. Absoluter Tongehaltsdifferenz gegen-  
über dem tonverarmten Horizont  
mindestens 3% bei Sanden,  
mindestens 5% bei Lehmen und  
Schluffen  
mindestens 8% bei Tonen.  
2. Tonhäutchen an Aggregatoberflächen  
oder Tonbrücken zwischen Sand-  
körnern.

Es folgen die weiteren Symbole für Ho-  
rizontmerkmale.

Der Arbeitskreis für Bodensystematik hat durch eine beson-  
dere Arbeitsgruppe von Humusspezialisten in den letzten  
6 Jahren die Humusformen der Wälder unseres Landes unter-  
suchen und quantifizieren lassen. Die Grundlage dafür waren  
vier gemeinsame Exkursionen in verschiedenen Räumen unserer  
Bundesrepublik. Diese Arbeit ist abgeschlossen. Prof. Kreutzer  
hat darüber im September 1982 in einer Kommissionssitzung  
der DBG in München berichtet (Vortrag wird in den Mitt.d.  
DBG publiziert). Gleichzeitig haben der schweizer Kollege  
Dr. Peyer und der österreichische Kollege Dr. Kilian

über stark humose Böden ihres Landes vorgetragen, um so über die Landesgrenze bodenkundlich zu korrelieren.

#### Quantifizierung bodentypologischer Kategorien

Der Arbeitskreis hat als zweite Quantifizierungsaufgabe die diagnostischen Horizonte vorgesehen. Wieweit wir dabei von den Definitionen der Soil Taxonomy und der FAO abweichen werden, steht noch aus. Schließlich wird die dritte und wichtigste Aufgabe die Quantifizierung der Bodentypen und Subtypen sein. Hierbei werden wir anknüpfen können an die oben erwähnte Vorarbeit in unserer "Bodensystematik" von 1962, an die erwähnte "Kartieranleitung" und an die Vorschläge von Schlichting und Blume. Wir haben bereits in diesem dritten Arbeitsabschnitt einen Versuch unternommen, indem wir die Entwicklungsreihe von Syrosem zur Braunerde quantifiziert haben, was offenbar besser geht als die neue Horizontsymbolik zu quantifizieren. Diese Arbeit ist erschwert, weil in der bereits fertiggestellten "Kartieranleitung" auch die Bodentypen bis zu einem gewissen Grade quantifiziert sind.

Quantifizierung der Horizontmächtigkeiten für die Entwicklungsreihe von Syrosem bis zur Braunerde (als Beispiel)

Syrosem: Ai-C <2 cm mächtig, aber lückenhaft;

Ranker-Syrosem: Ai-C <2 cm mächtig, aber durchgehend;

Syrosem-Ranker: Ah 2-5 cm mächtig;

Ranker: Ah >5 cm mächtig;

Braunerde-Ranker: Ah + BvCv <30 cm mächtig, aber gering-  
mächtiger BvCv und  
Ah 5-25 cm mächtig;

Ranker-Braunerde: Ah + Bv + BvCv <30 cm mächtig, aber Bv  
deutlich ausgebildet  
und Ah 5-20 cm mächtig;

Braunerde: Ah + Bv >30 cm mächtig.

Die Quantifizierung ist allgemein eine Bestrebung in vielen Bereichen der Wissenschaft unserer Zeit. Es erhebt sich die Frage, ob und wie weit im einzelnen Falle eine Quantifizierung möglich ist. Bei allen komplexen Problemen ist das Quantifizieren schwierig. Dabei hilft man sich oft, indem man mit Modellen operiert. Hierbei werden vom Komplex der Faktoren einige oder mehrere als konstant angenommen und ein variabler Faktor (oder mehr) wird dann quantifiziert. Ein solches Modell stimmt natürlich nur insoweit, wie die konstanten Faktoren tatsächlich konstant bleiben. Ändert sich nur einer dieser als konstant angenommenen Faktoren, so wird die Operation falsch sein. In der Bodenkunde wird wegen des komplexen Wirkungsgefüges die Quantifizierung in jedem Falle mangelhaft bleiben. Das soll nicht heißen, daß man eine Quantifizierung nicht vornehmen soll. Vielmehr soll gesagt sein, daß man die Grenze der Quantifizierbarkeit aufspüren muß. Deshalb lautet das vom Arbeitskreis für Bodensystematik bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft beantragte und genehmigte Forschungsprojekt: "Möglichkeiten und Grenzen einer Quantifizierung bodentypologischer Kategorien".

Bei der Quantifizierung der Bodensystematik der Bundesrepublik Deutschland besteht die Schwierigkeit, die pedogenetisch fundierte Systematik in einen starren Rahmen einzupassen. Das ist bei einer Bodenklassifikation, die nur auf Merkmalen aufgebaut ist, wesentlich einfacher. Weil eben das pedogenetische System der Quantifizierung Schranken setzt, hat Kubiena eine Quantifizierung abgelehnt. In diesem Zusammenhang sagt der Philosoph Hönigswald in seiner "Systematik der Philosophie" zur Mathematisierung und Quantifizierung: "Schematisierende Vergewaltigung des Komplexen und dürrer Formalismus". Wir müssen natürlich unterscheiden: Einerseits die bodenkundliche Forschung, für die das Wort von Hönigswald gilt, und auf der anderen Seite die praktische Bodenkunde, wozu auch die Bodenkartierung gehört, für die eine Quantifizierung zweckmäßig ist.

### Merkmals-Bodentypus und Funktioneller Bodentypus

Ich will noch eine Frage aufgreifen, die zur Zeit in Österreich diskutiert wird, nämlich "Merkmals-Bodentypus" und "Funktioneller Bodentypus", eine Gegenüberstellung, die Prof. W. Müller in einem Vortrag in Linz 1981 auch diskutiert hat. Ersteres bedeutet die aus Bodenmerkmalen hergeleiteten Bodentypen. Der Funktionelle Bodentypus kennzeichnet dagegen die Prozesse, die in einem Bodentyp ablaufen, ihm seine Eigenschaften geben und ihn als Ganzes prägen. Um diese Eigenschaften aufzuzeigen, bedarf es der Analytik, d.h. die Erarbeitung von physikalischen und chemischen Kennwerten (W. Müller, 1981).

Zur Zeit stehen die Bodenprozesse auch bei den Bodenkundlern unseres Landes im Vordergrund von Forschung und Lehre. Es ist dies das gleiche, was vor etwa 50 Jahren als Bodendynamik von Stebutt (1930) in die Bodenkunde eingeführt wurde. Man wollte und will damit sagen, daß die sichtbaren Merkmale nicht das Wichtige in der Bodentypenlehre sind, sondern die Prozesse im Boden, welche die sichtbaren Merkmale, d.h. den Merkmals-Bodentypus schaffen und den Boden als Pflanzenstandort kennzeichnen.

Man könnte mit "Funktionellem Bodentypus" aber weiterhin zum Ausdruck bringen, daß oft die Merkmale eines Bodentyps zwar die Prozesse anzeigen, die zu diesen Merkmalen geführt haben, daß sich aber inzwischen fortschreitende Prozesse noch nicht in Merkmalen manifestieren, also gleichsam die Merkmalsbildung nachhinkt. Das ist z.B. der Fall, wenn bei der Parabraunerde die Lessivierung bei tiefem pH-Wert beendet ist und nun die Dynamik der Braunerde vorliegt. Dieser Tatbestand erschwert die Quantifizierung der Bodentypen. Man könnte ferner mit dem "Funktionellem Bodentypus" zum Ausdruck bringen wollen, daß ein durch charakteristische Merkmale ausgewiesener Bodentyp durch Maßnahmen der

Bewirtschaftung landwirtschaftlicher, forstwirtschaftlicher oder gartenbaulicher Art wesentlich andere Eigenschaften erhalten hat als das Bodenprofil ausweist. Das erschwert die Quantifizierung besonders.

#### Bodentypus und Pflanzenstandort

Ich darf an dieser Stelle einmal abschweifen: Für die zukünftige Entwicklung in der Bodenkunde wird es wichtig sein, von der begrenzten Betrachtung des Bodens als ein Standortsfaktor überzugehen zur Erfassung des gesamten Pflanzenstandortes, wie es die Forstbodenkundler schon immer getan haben. Deshalb heißt die Anleitung für die Kartierung der Forste nicht etwa "Forstliche Bodenaufnahme" sondern "Forstliche Standortsaufnahme"; 1980 erschien die 4. Auflage dieser gut durchgearbeiteten Anleitung zur Forstkartierung, an der in den Anfängen österreichische Kollegen mitgewirkt haben.

In der Weinbergskartierung ist man in neuerer Zeit auch zur "Weinbau-Standortkarte" 1:5.000 übergegangen, und zwar vorerst im Rheingau (Zakosek et al., 1980). Hierbei werden die Standorte beschrieben wie folgt: Ausgangsgestein, Bodenart, Rigolhorizont, Kalkgehalt, Wasserhaushalt, Meliorationshinweise, Flächenzahl und Flächenanteil (der auskartierten Böden), Klima für Riesling und andere Weinsorten, Anbauempfehlungen. Daran haben mitgewirkt: Bodenkundler, Klimatologe und Weinbauer. Zu dieser Standortskarte gehört eine gut verständliche Erläuterung (Beispiel Blatt Eltville 1:5.000).

Wenn man die neueren Bodenkarten der bodenkundlichen Landesaufnahme unserer Bundesrepublik betrachtet, so bemerkt man fortschreitend das Bemühen, mehr über den Boden als Pflanzenstandort auszusagen als bisher, vor allem betrifft dies den Bodenwasserhaushalt. Bei der schon erwähnten Standortskarte

der Hallertau, das große Hopfenanbaugebiet Bayerns, hat man neben der Bodenkarte nach der Konzeption von O. Wittmann eine Feuchtestufenkarte ausgearbeitet und publiziert (1982). Das liegt nahe, wenn man bedenkt, daß bei unserer sehr intensiven Bodenbewirtschaftung nicht mehr die Pflanzennährstoffe, sondern das Wasser den begrenzenden Ertragsfaktor darstellt. Die neuen Bodenkarten Niedersachsens und Nordrhein-Westfalens widmen auch dem Bodenwasser einen hervorragenden Platz in der Kartenlegende. Was diese Karten weiter auszeichnet, ist einerseits die wissenschaftliche Kennzeichnung der Böden und andererseits eine allgemeinverständliche Charakterisierung derselben, so daß die Legende von jedem Praktiker lesbar und auswertbar ist.

In einer Zeit, in der wir große Anstrengungen in der ökologischen Erfassung der Landschaften machen, wäre es notwendig, in dieses Bemühen den Pflanzenstandort als ganzes einzubringen. Die Standortslehre sollte an die Stelle der Bodenkunde treten, auch an unseren Universitäten. Wenn aber die Kennzeichnung des Bodens erweitert werden soll zum Pflanzenstandort, so wird die Quantifizierung damit weiter erschwert.

Warum verschiedene Bodenklassifikationen?

Zum Thema zurückkehrend möchte ich noch eine weitere Frage erörtern, die man sich bei dem Bemühen um eine landeseigene Bodensystematik stellen muß. Warum entwickeln die Länder alle eine eigene Bodenklassifikation bzw. Bodensystematik? Warum übernehmen die Bodenkundler der Länder nicht eine gut durchgearbeitete Bodenklassifikation wie zum Beispiel die auf langer Erfahrung beruhende sowjetische, die nordamerikanische oder die französische? Selbst in letzter Zeit haben noch einige in der Bodenkunde fortschrittliche Länder wie Großbritannien (1980) und Japan (1982) eine neue Bodenklassifikation vorgestellt, und dies geschah, nachdem die US-Soil Taxonomy weitgehend ausgereift war und die FAO-Weltbodenkarte

1:5 Mio. mit einer Legende, in der eine neue Klassifikation steckt, komplett publiziert ist, und sogar die europäischen Bodenkundler aufgrund der FAO-Legende eine Bodenkarte von Europa 1:1 Mio. fertiggestellt haben, die im Druck ist, soweit es sich um die EG-Länder handelt. An letzterer haben von Österreich Prof. Fink und Dr. Nestroy mitgearbeitet.

Ich habe diese Frage vor etwa 20 Jahren in einem Vortrag an der Universität Gent ebenfalls erörtert und habe u.a. folgendes ausgeführt: Die Ausarbeitung einer Bodenklassifikation erfordert eine gute Ausbildung in der bodenkundlichen Wissenschaft und eine gute Formenkenntnis der Böden, die klassifiziert bzw. systematisiert werden sollen; besonders letzteres ist eminent wichtig. - Am Schluß einer Sitzung über "Bodenklassifikation" auf der Tagung der IV. und V. Kommission der I.B.G. in Palmerston North / Neuseeland sagte der Vorsitzende Dr. Christian, Australien: "Für die Bodenklassifikation ist das sichere Unterscheiden grundlegend, und ich habe den Eindruck, daß wir in vielen Fällen das Unterscheiden zuerst erlernen müssen". Damit ist ein wichtiger Grundsatz aufgezeigt.

Warum verschiedene Ansichten über Bodenklassifikation?

Warum gehen die Ansichten über die Bodenklassifikation der verschiedenen Länder so weit auseinander? Zunächst werden Ansichten oder Auffassungen aus subjektiver Sicht gebildet, beruhen aber nicht auf apodiktischen Beweisen. Die Ansichten und die Beurteilungsfähigkeit über Böden werden von den Bodenkünlern in den verschiedenen Räumen der Erde an einer mehr oder weniger großen Zahl verschiedener Böden gewonnen. Somit kann das in der Vorstellung des einzelnen Bodenkünlers gewonnene Bild von den Böden und ihren Eigenschaften unmöglich gleich sein. Daraus ergibt sich, daß die in einem

bestimmten Raum gewonnenen Kenntnisse nur schwer in einen anderen Raum übertragbar sind, sofern die Faktoren und die Prozesse der Bodenbildung der zu vergleichenden Räume verschieden sind. Das ist einer der Gründe, weshalb es zu verschiedenen Ansichten über Bodenklassifikation kommt und jedes Land eine eigene Bodenklassifikation ausarbeitet.

Ein weiterer wichtiger Grund ist die sehr verschiedene bodenkundliche Ausbildung und Fortbildung in den einzelnen Ländern. Die bodenkundliche Wissenschaft ist jung und schreitet mit einer großen Schnelligkeit voran. Infolgedessen mangelt es an Zeit und Gelegenheit, daß sich Bodenkundler der verschiedenen Länder fachlich angleichen. Es kommt natürlich auch die Betonung der Eigenständigkeit hinzu. So kommt es, daß in den verschiedenen Ländern mit der Entwicklung der bodenkundlichen Wissenschaft auch die Basis für eine Bodenklassifikation wächst und vervollständig wird. So betrachtet, ist es verständlich, daß ein Land, das noch im Ausbau der bodenkundlichen Wissenschaft steht, Schwierigkeiten mit der Übernahme einer in einem anderen Land ausgereiften Bodenklassifikation hat. Vielmehr wird man sich leichter tun, die zunächst bekannten Böden und ihre Zusammengehörigkeit in einer Landschaft in ein einfaches System einzuordnen, das dann mit zunehmender Kenntnis sukzessiv verbessert werden kann. Die diesbezügliche Entwicklung in den einzelnen Ländern bestätigt das.

Diese Einsicht befreit uns aber nicht vor der Notwendigkeit, daß wir alles daran setzen, über die Landesgrenzen hinweg bereitwillig zusammenzuarbeiten. Ein gutes Beispiel für grenzübergreifende Zusammenarbeit bieten die Länder Nordrhein-Westfalen, Niederlande und Belgien; sie kartieren über die Grenze hinweg. Es muß die Bereitwilligkeit gegeben sein, daß einer vom anderen lernt, so daß sich unsere bodenkundliche Wissenschaft möglichst gleichmäßig entwickelt und dadurch auch eine bessere fachliche Verständigung erreicht wird.

## Literatur

- Avery, B.W.: Soil classification for England and Wales. Soil Survey, Technical Monograph No. 14, Rothamsted Experimental Station, Harpenden, Herts, 1980.
- Laatsch, W.: Dynamik der deutschen Acker- und Waldböden. Verlag Theodor Steinkopff, Dresden und Leipzig, 1938.
- Kubiena, W.L.: Bestimmungsbuch der Systematik der Böden Europas. Verlag Enke, Stuttgart, 1953.
- Matsui, T.: An approximation to establish a unified comprehensive classification system for japanese soils. Soil Science and Plant Nutrition, 28 (2), 235-255, Tokyo, 1982.
- Mückenhausen, E., unter Mitwirkung von F. Vogel, F. Kohl, S. Müller, H.-P. Blume, F. Heinrich und W. Laatsch: Entstehung, Eigenschaften und Systematik der Böden der Bundesrepublik Deutschland. DLG-Verlag, Frankfurt/M, 1962/77.
- Müller, W.: Grundansprache der Böden. - In: DVWK-Regeln zur Wasserwirtschaft: Bodenkundliche Grunduntersuchungen im Felde zur Ermittlung von Kennwerten meliorationsbedürftiger Standorte, Teil I, Heft 115. Verlag Parey, Hamburg-Berlin, 1980.
- Müller, W.: Bodenbeurteilung und Bodenmelioration vor dem Hintergrund moderner physikochemischer und bodenkundlicher Erkenntnisse. - In: Aktuelle Probleme der landwirtschaftlichen Forschung, herausgegeben von der Landwirtschaftlich-chemischen Bundesanstalt Linz/Donau, 1981.
- Ramann, E.: Bodenkunde. Verlag Springer, Berlin, 1905/11.
- Schlichting, E. und H.-P. Blume: Beitrag zur Objektivierung der DBG-Systematik. Mitt.d.Dtsch.Bodenkundl.Gesellsch., H. 29, 765-774, Göttingen, 1979.

Stebutt, A: Lehrbuch der allgemeinen Bodenkunde - Der Boden als dynamisches System. Verlag Borntraeger, Berlin, 1930.

Stremme, H.: Grundzüge der praktischen Bodenkunde. Verlag Borntraeger, Berlin, 1926.

Wittmann, O. und B. Hofmann, unter Mitwirkung von G. Rückert und E. Schmidt sowie Beiträge von sechs Fachwissenschaftlern: Standortkundliche Bodenkarte von Bayern 1:25.000, Hallertau (Zusammendruck von 9 Blättern), herausgegeben vom Bayerischen Geologischen Landesamt, München, 1981.

Zakosek, H., H. Becker, W. Fickel, E. Brandtner und D. Hoppmann: Weinbau-Standortkarte Rheingau 1:5.000, Bl. Eltville. Vertrieb Hess. Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, 1980.

Anschrift des Verfassers: Prof.Dr.Dr.Dr.h.c. Eduard Mückenhausen  
Institut für Bodenkunde der  
Rheinischen Friedrich-Wilhelms-  
Universität Bonn  
Nußallee 13  
D-5300 Bonn

Standortskundliche Untersuchungen auf  
dem Nordwest- und Zentral-Peloponnes  
von S. V e r g i n i s und O. N e s t r o y

Zusammenfassung

In der Folge von umfangreichen morphologischen Feldaufnahmen wurden auf dem Peloponnes sechs ausgewählte Standorte (Patrai, Pyrgos, Lakedhaimon und Sparti) nach Darstellung der geologisch-tektonischen und klimatischen Situation anhand von Bodenprofilen eingehend dargestellt.

Es wurden die allgemeinen physikalischen und chemischen Labordaten, wie Korngrößenzusammensetzung, pH-Wert, Austauschkapazität, austauschbare Kationen und Basensättigung ermittelt und diskutiert.

Auf diese Weise konnte zumindest ansatzweise der Weg zu einer Synthese von Landschaftsgenese und pedologischer Entwicklung aufgezeigt werden.

Summary

As a result of extensive geomorphological field-studies six locations on the Peloponnes (Patrai, Pyrgos, Lakedhaimon and Sparti) have been selected and are described according to their geological-tectonical and climatic conditions. The pedological profiles are presented in great detail.

The general physical and chemical laboratory data, such as

the texture, the pH-value, the exchange capacity, exchangeable cations and the saturation of bases are given and discussed. In this way, an attempt is made to pave the way for a synthesis of landscape genesis and pedological development.

## Gliederung

1. Einleitung und Arbeitsansatz
2. Untersuchungsgebiet
  - 2.1. Geologisch-tektonischer Überblick
  - 2.2. Klimatische Situation
3. Untersuchungsmethoden
4. Untersuchte Standorte
5. Auswertung
  - 5.1. Diskussion der physikalischen und chemischen Daten
  - 5.2. Morphologisch-pedologische Wechselbeziehungen
6. Tabellen
7. Literatur

### 1. Einleitung und Arbeitsansatz

Der Schwerpunkt dieser Arbeit liegt in der geomorphologischen Aufnahme und der Verknüpfung der Ergebnisse dieser Kartierungen mit standortkundlichen Untersuchungen und Aussagen. Das Bodenprofil als komplexe Erscheinungsform der bodenbildenden Faktoren wird somit nicht isoliert, sondern als aussagekräftiger und tragender Teilaspekt, eingebettet in den dargestellten morphologischen Einheiten, gesehen und interpretiert. Auf diese Weise öffnet sich der Weg, der für beide Disziplinen befruchtend sein dürfte: Die Landschaft, ein hochrangiger Faktorenkomplex, erfährt eine Differentialanalyse in überschaubare und vergleichbare Einheiten, die feld- und labormäßige bodenkundliche Bearbeitung die Chance, zur Morphogenese und zu Fragen einer ökologisch vertretbaren und somit nachhaltigen Nutzung durch den Menschen fundierte Aussagen machen zu können.

Die geomorphologischen Kartierungen wurden in den Jahren 1976 bis 1980 von S. Verginis (1981, 1983) durchgeführt, die bodenkundlichen Aufnahmen (vergl. Karte 1) erfolgten im Sommer 1981 und wurden gemeinsam von beiden Autoren vorgenommen.

## 2. Untersuchungsgebiet

### 2.1. Geologisch-tektonischer Überblick

Der Peloponnes, die größte Halbinsel Griechenlands, kann geotektonisch (von Ost nach West) in die folgenden Zonen gegliedert werden (vergl. Karte 2'): die Parnassos-Giona Zone, die Olonos-Pindos Zone, die Gabrobo-Tripolis Zone und schließlich die Ionische Zone.

Allgemein ist bei diesen Zonen eine Überschiebungsrichtung von E nach W zu beobachten, wobei zahlreiche tektonische Fenster und Klippen den Beweis für diese Bewegungen darstellen. Jede tektonische Linie auf der Karte 1 entspricht einem bodenseismischen Hypozentrum<sup>1)</sup>.

Der Standort 5 befindet sich in der Olonos-Pindos Zone, einem Grabenbruch, der im Bereich der alpinen Geosynklinale Griechenlands entstanden ist. Diese Zone ist durch Tiefseesedimente geringer Mächtigkeit charakterisiert und bis zur Höhe von 1500 m über die Gabrobo-Tripolis Zone überschoben worden.

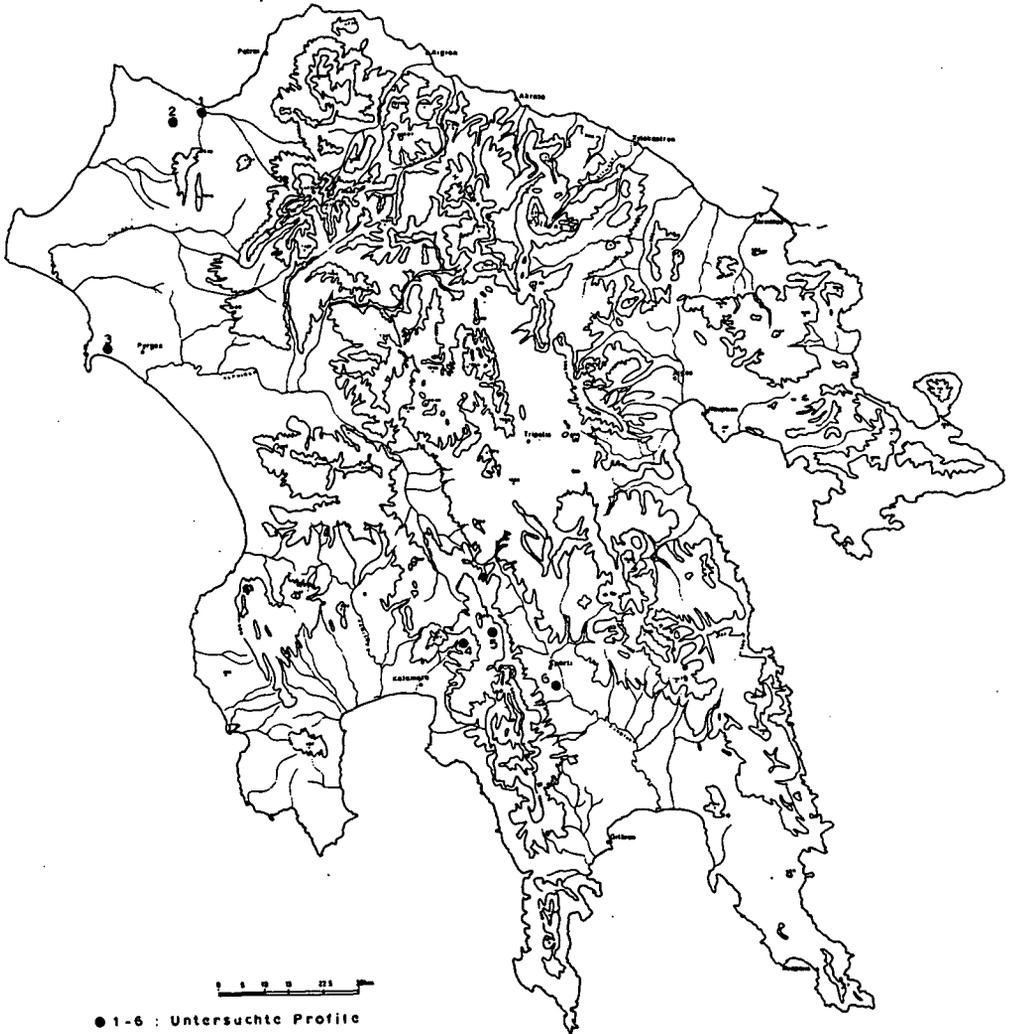
Die Sedimentationsserie der Gabrobo-Tripolis Zone über dem kristallinen Untergrund begann in der Trias mit Süßwasserkalken und dauerte bis zum Mitteleozän an; darauf folgte die Flyschsedimentation. Die Standorte 4 und 6 liegen in dieser Zone, wobei bezüglich Standort 6 zu bemerken ist,

---

<sup>1)</sup> Bodenseismische Untersuchungen im Bereich des Peloponnes und die Bestimmung der mittleren Hypozentren stammen von G. Leydecker, H. Berckhemer und N. Delibasis (1978), und auch die letzte Erdbebenkatastrophe im Bereich der Bucht von Korinthos und Athinai (24.2.1981) zeigte, daß das hellenische Bogensystem die stärkste seismotektonische Aktivität Europas aufweist.

## Karte 1

## LAGESKIZZE DER UNTERSUCHTEN STANDORTE



● 1-6 : Untersuchte Profile

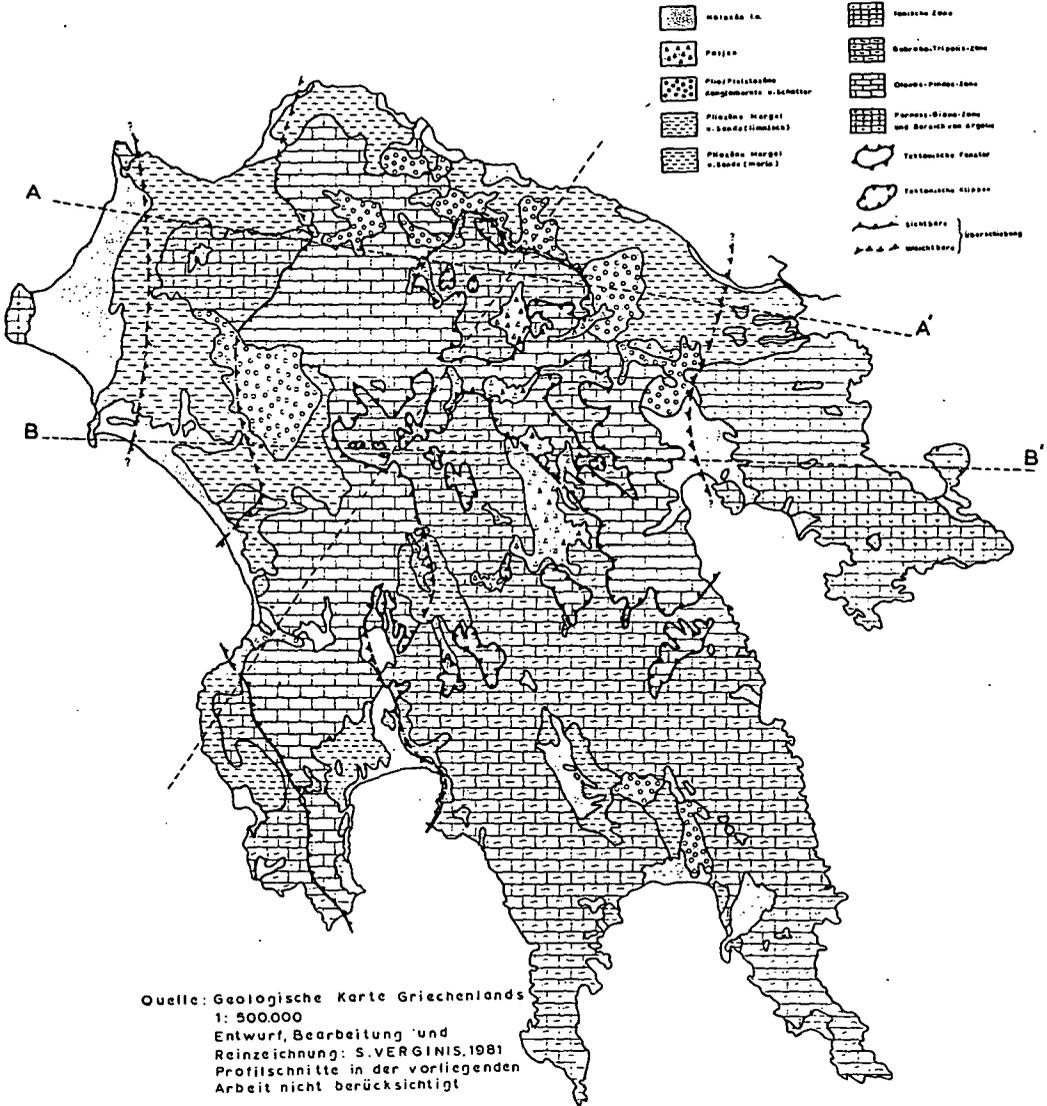
Quelle: A. PHILIPPSON. Geologische Karte  
des Peloponnes 1:300000

Entwurf, Bearbeitung und Reinzeichnung: S. VERGINIS, 1981

## Karte 2

# GEOTEKTONISCHE KARTE DES PELOPONNES

S. VERGINIS 1981



daß er sich im Bereich einer Kontaktzone von autochthonen Gesteinen (vorwiegend Schiefer) sowie Mergeln und Sanden, die hier limnisch sind, befindet.

Miozän ist in den untersuchten Räumen stratigraphisch nicht belegbar. Danach hat im Miozän keine Sedimentation, sondern i. a. nur Abtragung stattgefunden.

Das Pliozän beginnt mit einem Basiskonglomerat, in dem leider keine Fossilien erhalten blieben, darüber folgt ein Pliozänmergel mit mehr als 1000 m Mächtigkeit und der nach Fossilfunden in das Piacenza-Asti einzuordnen ist. Dieser Mergel ist gleichzeitig der oberflächennahe Untergrund für die Standorte 1, 2 und 3. Darüber liegen plio/pleistozäne Konglomerate und Schotter, die von Villafranc(h)a bis in das obere Calabriano reichen.

In der Zeit von Calabriano bis Thyrrhen gab es nur lokale Sedimentation, jedoch, durch eine langsame Hebung bzw. Kippung im Nord-Peloponnes, die Bildung von Bruchschollenterrassen.

Das Transgressionskonglomerat (Quartärkonglomerat) aus dem Thyrrhen findet sich nur in der Küstenzone des Nordost-Peloponnes zwischen Xylokastron und Korinthos und zwar diskordant über den oberplizänen Mergeln und Sanden und wurde während der Pasadenischen Phase lokal gestört und gehoben.

## 2.2. Klimatische Situation

Zur näheren Charakterisierung der untersuchten Standorte wurden vier Klimadiagramme entworfen, und zwar von Patrai<sup>2)</sup>, Pyrgos, Kalamata und Sparti (vergl. Abb. 1 sowie Tab. 1); außerdem wurden für die Stationen Patrai und

---

<sup>2)</sup> Die Schreibweise der geographischen Eigennamen entspricht der ISO-Transliteration.

Kalamata Klimadiagramme nach der Methode W. Thornthwaite berechnet und erstellt, auf denen Perioden mit Wasserüberschuß, Wassermangel, Verwendung des gespeicherten Wassers und Ergänzung der Bodenfeuchtigkeit abgegrenzt werden können (vergl. Abb. 2).

Die potentielle Evapotranspiration wurde nach der Formel

$$e = 1,6 (10 t/I)^a$$

berechnet, wobei

t... die mittlere monatliche Lufttemperatur in °C,

I... der empirische Temperaturkoeffizient, aus der Summe der 12 monatlichen Werte nach der Gleichung

$$i = \left( \frac{t}{5} \right)^{1,514}$$

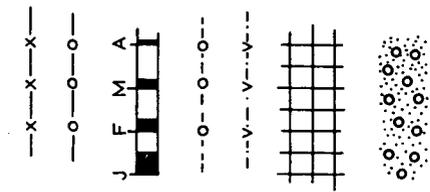
ermittelt,

a... ein Koeffizient ist, der, von lokalen Faktoren abhängig, für ein kaltes Gebiet kleiner und für ein warmes Gebiet größer ist und in Abhängigkeit von der geometrischen Funktion I steht.

Die mittleren monatlichen Werte der tatsächlichen Evapotranspiration werden wie folgt berechnet:

Ist die Differenz von Niederschlag und potentieller Evapotranspiration positiv, so kann die tatsächliche der potentiellen Evapotranspiration gleichgesetzt werden; ist diese Differenz negativ, dann entspricht die tatsächliche Evapotranspiration der Summe des Niederschlags und der Mengenänderung des Bodenwassers.

Aus den Diagrammen ist ersichtlich, daß im Bereich von Patrai (Standorte 1 und 2) die Dürrezeit Ende April beginnt und bis Anfang September dauert. Ein ähnliches Bild zeigen die Diagramme für Pyrgos und Kalamata, jedoch mit einer kürzeren Dürrezeit. Eine andere Situation läßt das



Mittlerer Niederschlag in mm

Mittlere Lufttemperatur in °C

Zahl der Tage mit Niederschlag  $\geq 1,02$  mm

Potentielle Evapotranspiration in mm

Tatsächliche Evapotranspiration in mm

Humide Jahreszeit

Dürrezeit



Mittlere monatliche Niederschläge, die 100 mm übersteigen (Masstab 1:2 reduziert)



Wasserüberschuss



Wassermangel



Verwendung von gespeichertem Wasser



Ergänzung der Bodenfeuchtigkeit

Abbildung 1: Klimadiagramme zu den untersuchten Standorten

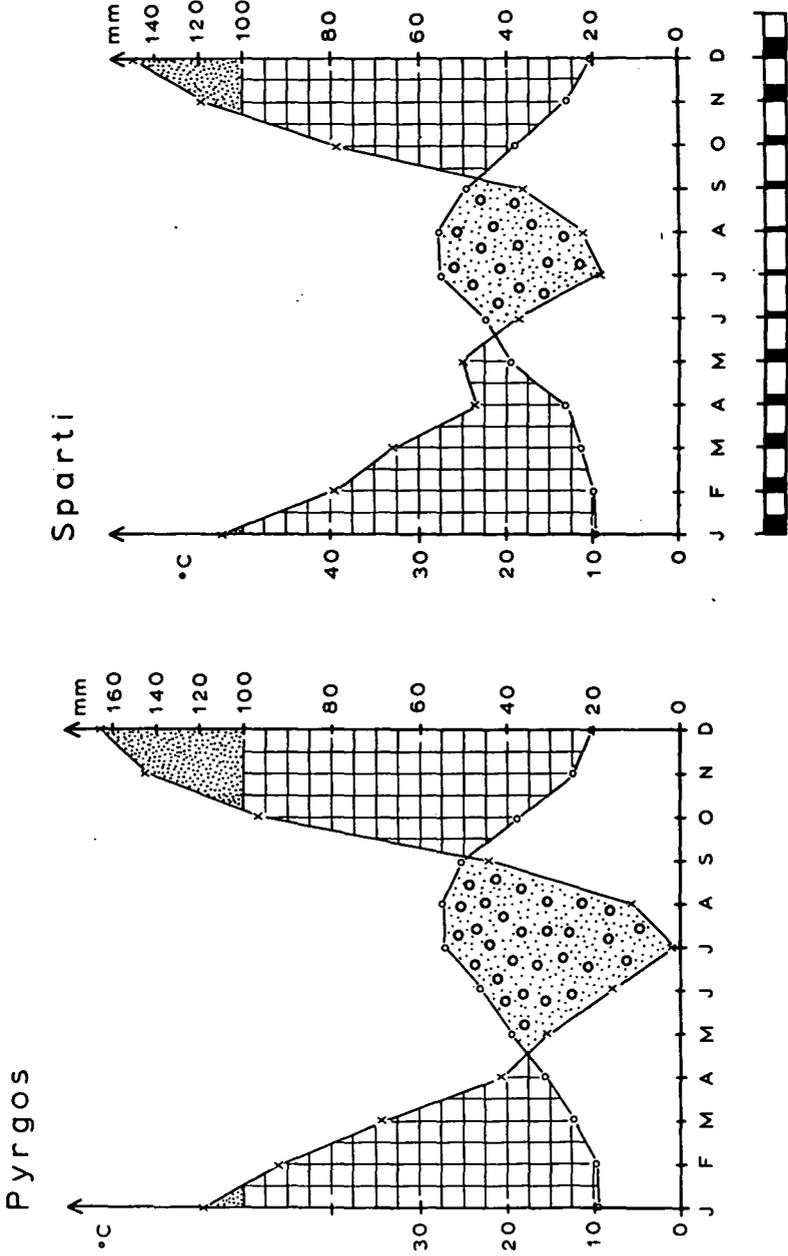


Abbildung 1: Klimadiagramme zu den untersuchten Standorten (Fortsetzung)

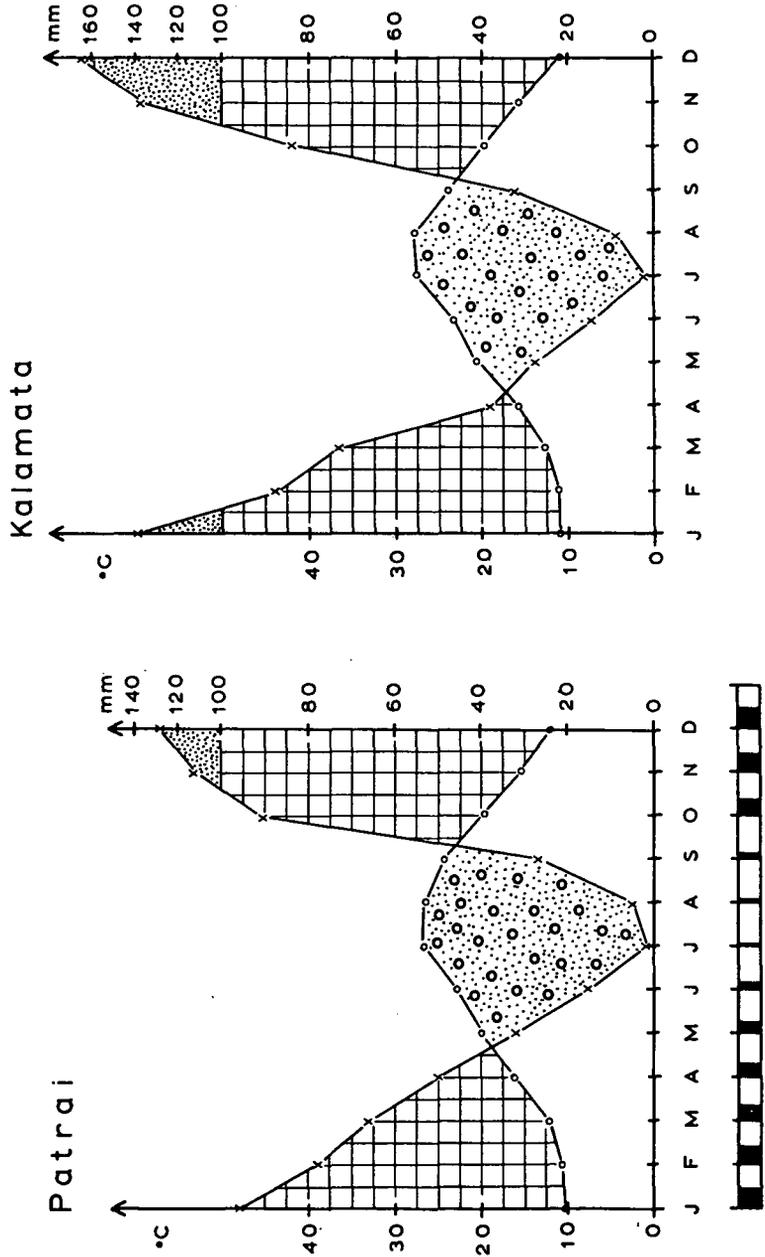
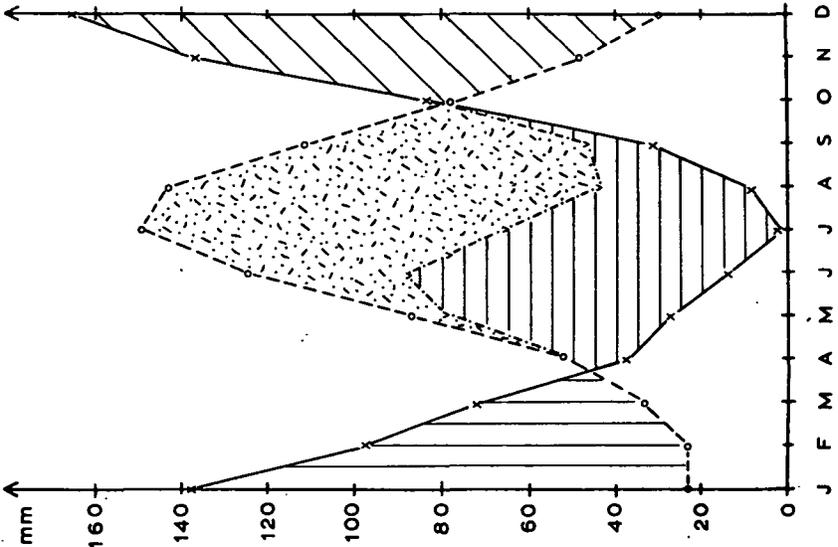


Abbildung 2: Wasserbilanzdiagramme zu den untersuchten Standorten

Kalamata



Patrai

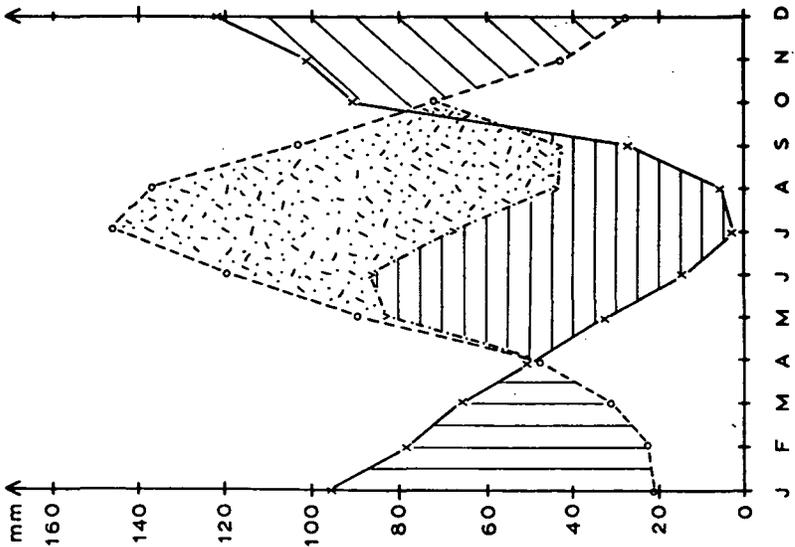


Diagramm für Sparti (Standort 6) erkennen: Die Dürrezeit währt hier nicht so lange wie bei den anderen Stationen; sie beginnt erst Mitte Mai und die Niederschläge sind hier während der Sommermonate häufiger als bei den erwähnten Stationen. Dies kann als deutlicher Beweis dafür gelten, daß auf dem Peloponnes, bedingt durch die NW- SE-streichenden Gebirge die Niederschläge von W gegen E langsam abnehmen.

Aus dem nach der Methode von W. Thornthwaite erstellten Diagramm für Patrai und Kalamata ist ferner zu entnehmen, daß innerhalb der Dürrezeit ein Gleichgewicht zwischen Wassermangel und Verwendung von gespeichertem Wasser besteht sowie der Beginn der Dürrezeit von Anfang April in Patrai gegenüber der in Kalamata (Mitte bis Ende Mai) verschoben ist. Diese zeitliche und quantitative Verschiebung kann durch unterschiedliche Temperaturen - so verringern z.B. Nordwinde in der Bucht von Patrai die Temperatur in stärkerem Maße als in der Messinischen Bucht - erklärt werden.

### 3. Untersuchungsmethoden

Zur Bestimmung der Korngrößenzusammensetzung wurden 10 g Feinboden über Nacht mit 0,4 n Na-Pyrophosphat versetzt (Methode nach J. Lüttmer und L. Jung, 1955), am folgenden Tag 6 Stunden lang geschüttelt und anschließend nach dem Spülverfahren in die Fraktionen 2000-200  $\mu\text{m}$ , 200-20  $\mu\text{m}$ , 20-2  $\mu\text{m}$  und kleiner als 2  $\mu\text{m}$  geteilt.

Die Auswertung der Korngrößenanalyse erfolgte - bedingt durch die Bestimmung der 20-  $\mu\text{m}$ -Grenze - in Abstimmung mit der Geländeansprache nach dem Texturdreieck von E. C. Tommerup, 1934.

Die Bestimmung des pH-Wertes erfolgte am feuchten Boden, der im Verhältnis von etwa 1:2,5 mit 0,1n KCl versetzt,

durchgeschüttelt und über Nacht stehengelassen wurde, mittels einer Glaselektrode.

Zur Bestimmung der Austauschkapazität (AK) wurden 5 g Feinboden mit 50 ml 23% HCl versetzt und einige Minuten erwärmt. Nach dem Erkalten erfolgte die Filtration, und aus diesem Filtrat wurden die unten angeführten Elemente wie folgt bestimmt:

Calcium: Ausfällen des  $\text{CaCO}_3$  durch Ammonkarbonat in der Hitze.

Magnesium: Ausfällung als  $\text{Mg(OH)}_2$  durch NaOH und  $\text{Ba(OH)}_2$ , nur bei Abwesenheit von Ammoniumsalzen; weißer Niederschlag.

Natrium: Ausfällung durch eine konzentrierte, schwach essigsäure Mg-Uranylacetatlösung; gelber Niederschlag.

Kalium: Ausfällung durch eine konzentrierte Lösung von Natrium-hexanitro-kobaltat; gelber Niederschlag.

Die Basensättigung (BS) wurde aus dem Verhältnis der Summe der austauschbaren Basen zur Austauschkapazität berechnet.

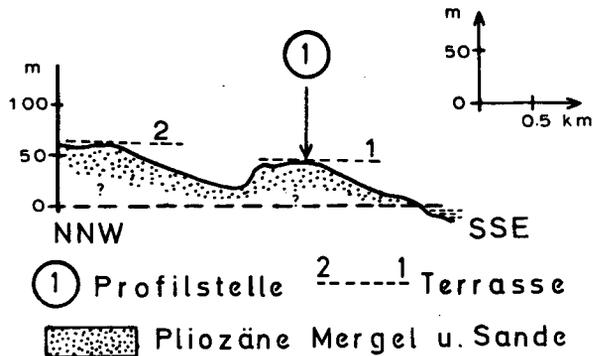
Sämtliche Untersuchungen wurden von S. Verginis im Laboratorium für Analytische Chemie der Universität Athina im Jahre 1976 durchgeführt.

## 4. Untersuchte Standorte

## Standort 1

Lage und Verbreitung: 1. Terrasse, etwa  $2^\circ$  geneigt.

Tektonik, Lithologie und Oberflächenform:



Klima: Csa-Klima (W. Köppen und R. Geiger, 1961): heißes, sommertrockenes Klima, Mitteltemperatur des wärmsten Monats über  $22^\circ\text{C}$ , Oliven-Klimatyp (H. Tollner, 1976).

Landwirtschaftliche Nutzung: mittleres Ertragspotential; Wintergetreide (vor allem Gerste und Weizen), bei Bewässerung Baumwolle, Tabak und Körnermais möglich.

## Profil 1

PB<sup>1)</sup>: Achaia, GB: Patrai, Gemeinde: Kato Achaia

Seehöhe: 48 m

Neigung: 2° N

Relief: Unterhang von der 2. zur 1. Terrasse

Vegetation: Nadelwald

Wasserverhältnisse: sehr trocken

Muttergestein: oberpliozäner Mergel

Bodentyp: Kalkbraunerde aus Mergel<sup>2)</sup>

## Profilbeschreibung:



- |                |            |  |
|----------------|------------|--|
| A <sub>1</sub> | 0- 15 cm   | sandiger Lehm, geringer Grobanteil, humos (Mull), kalkhaltig, Reaktion: neutral; undeutlich blockig, porös, durchwurzelt, allmählich übergehend                |
| A <sub>2</sub> | 15- 25 cm  | sandiger Lehm, geringer Grobanteil, humos (Mull), schwach kalkhaltig, Reaktion: neutral; blockig-kantenscharf, schwach porös, schwach durchwurzelt, übergehend |
| B <sub>v</sub> | 25- 70 cm  | Lehm, schwach kalkhaltig, Reaktion: neutral; blockig-kantenscharf, schwach porös, Wurzeln auslaufend, allmählich übergehend                                    |
| C <sub>v</sub> | 70-100+ cm | toniger Lehm, stark kalkhaltig, Reaktion: alkalisch, blockig-kantenscharf, dicht.  |

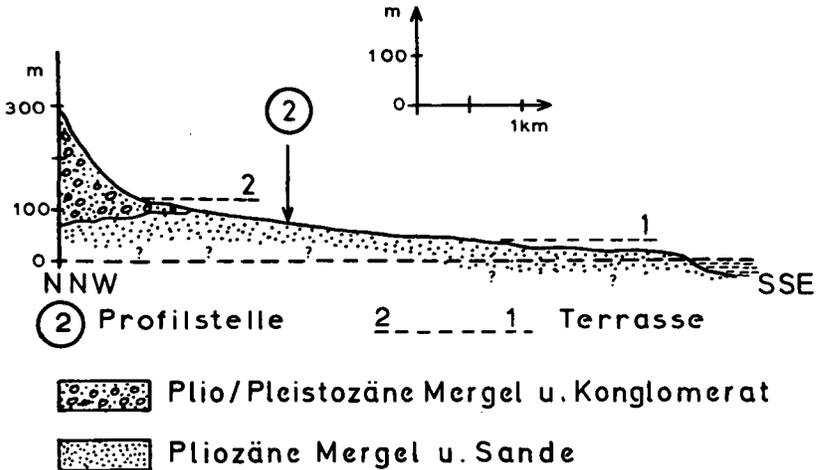
1) Die Abkürzungen bedeuten: PB = Politischer Bezirk, GB = Gerichtsbezirk.

2) Die bodentypologischen Bezeichnungen wurden in Anlehnung an das in Heft 13 der Mitteilungen der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft gegebene Typenschema vorgenommen, wobei aber die spezielle Profilmorphologie des mediterranen Raumes noch zu berücksichtigen ist.

Standort 2

Lage und Verbreitung: 2. Terrasse, eben

Tektonik, Lithologie und Oberflächenform:



Klima: Csa-Klima: heißes, sommertrockenes Klima, Mitteltemperatur des wärmsten Monats über  $22^{\circ}\text{C}$ , Oliven-Klimatyp.

Landwirtschaftliche Nutzung: mittleres Ertragspotential; Wintergetreide (vor allem Gerste und Weizen), ferner Wein und Oliven.

## Profil 2

PB: Achaia, GB: Patrai, Gemeinde: Lapas

Seehöhe: 70 m

Neigung: eben

Relief: 2. Terrasse

Vegetation: abgeerntetes Getreidefeld

Wasserverhältnisse: sehr trocken

Muttergestein: plio-pleistozäner Mergel

Bodentyp: Parabraunerde aus Mergel

## Profilbeschreibung:

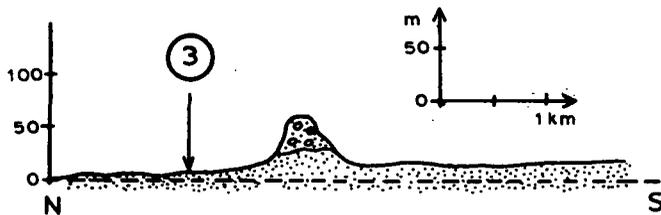


- A<sub>1</sub> 0- 10 cm sandiger Lehm, geringer Grobanteil, humos (Mull), schwach kalkhaltig, Reaktion: neutral; mittelkrümelig, porös, durchwurzelt, allmählich übergehend
- A<sub>2</sub> 10- 20 cm sandiger Lehm, geringer Grobanteil, schwach humos, schwach kalkhaltig, Reaktion: neutral; undeutlich krümelig, porös, schwach durchwurzelt, allmählich übergehend
- AB<sub>t1</sub> 20- 30 cm sandig-toniger Lehm, geringer Grobanteil, schwach humos, schwach kalkhaltig, Reaktion: neutral; undeutlich blockig, schwach porös, schwach durchwurzelt, allmählich übergehend
- AB<sub>t2</sub> 30- 70 cm sandig-toniger Lehm, geringer Grobanteil, schwach humos, schwach kalkhaltig, Reaktion: neutral; undeutlich blockig, schwach porös, Wurzeln auslaufend, übergehend
- C<sub>v</sub> 70-100+ cm toniger Lehm, kalkhaltig, Reaktion: neutral, blockig-kantenscharf, dicht.

## Standort 3

Lage und Verbreitung: jüngste Terrasse, 5 - 12 m über dem Meer, eben

Tektonik, Lithologie und Oberflächenform:



③ Profilstelle

 Plio/Pleistozäne Mergel u. Konglomerat

 Pliozäne Mergel u. Sande

Klima: Csa-Klima: heißes, sommertrockenes Klima, Mitteltemperatur des wärmsten Monats über  $22^{\circ}\text{C}$ , Oliven-Klimatyp.

Landwirtschaftliche Nutzung: hohes Ertragspotential; Wintergetreide, Körnermais, ferner Gemüse und Wein.

## Profil 3:

PB: Ilia, GB: Pyrgos, Gemeinde: Agios Ioannis

Seehöhe: 8 m

Neigung: eben

Relief: Terrasse

Vegetation: Weingarten

Wasserhältnisse: normal, zur Trockenheit neigend, geringer Grundwassereinfluß

Muttergestein: pliozäner Mergel

Bodentyp: Braunerde aus Mergel

## Profilbeschreibung:

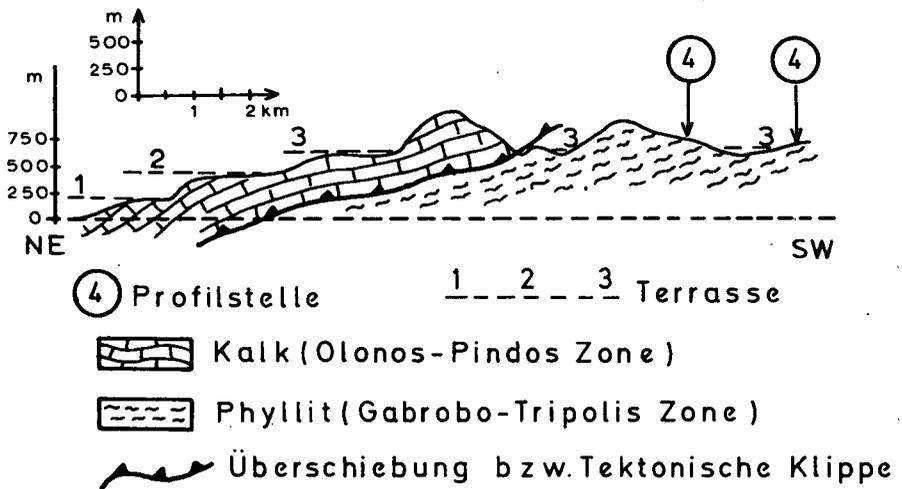


- A 0- 10 cm Lehm, humos (Mull), kalkfrei,  
Reaktion: schwach sauer; mittel-  
krümelig, porös, stark durch-  
wurzelt, allmählich übergehend
- AB<sub>1</sub> 10- 50 cm Lehm, schwach humos, kalkfrei,  
Reaktion: neutral; undeutlich  
blockig, porös, durchwurzelt, all-  
mählich übergehend
- AB<sub>2</sub> 50- 75 cm toniger Lehm, schwach humos, kalk-  
frei, Reaktion: neutral; undeutlich  
blockig, schwach porös, Wurzeln  
auslaufend, übergehend
- C<sub>vg</sub> 75-100+ cm schluffig-toniger Lehm, kalkfrei  
Reaktion: schwach sauer; blockig-  
kantenscharf, schwach porös.

## Standort 4

Lage und Verbreitung: 3. Terrasse, 10 - 15° geneigt,  
600 - 800 m über dem Meer.

## Tektonik, Lithologie und Oberflächenform:



Klima: Csb-Klima: warmes, sommertrockenes Klima, Mitteltemperatur des wärmsten Monats unter 22°C, mindestens 4 Monate mit Mitteltemperatur von wenigstens 10°C, Eriken-Klimatyp.

Landwirtschaftliche Nutzung: geringes Ertragspotential; vorwiegend Macchie.

## Profil 5:

PB: Lakonia, GB: Lakedhaimon, Gemeinde: Trypi

Seehöhe: 1100 m

Neigung: 20° SW

Relief: Hang

Vegetation: Nadelwald

Wasserverhältnisse: sehr trocken

Muttergestein: stark verwitterter Glimmerschiefer

Bodentyp: Ranker

## Profilbeschreibung:

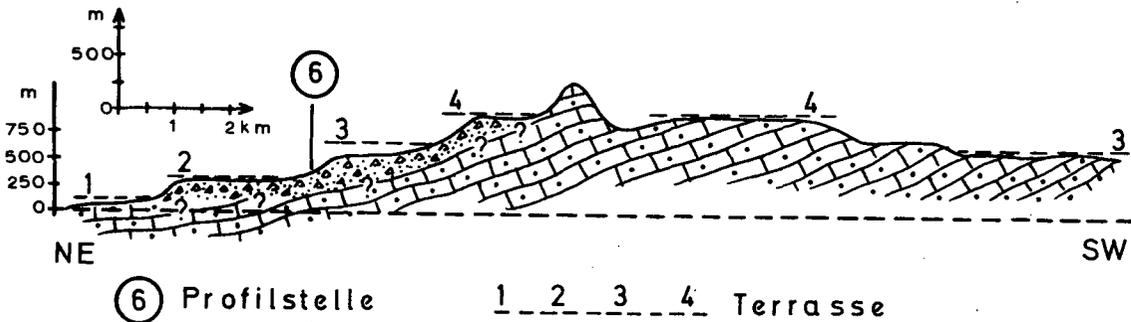


- A<sub>1</sub> 0- 10 cm toniger Lehm, hoher Grobanteil (Grus),  
 schwach humos, kalkfrei, Reaktion:  
 sauer; undeutlich blockig, schwach  
 porös, durchwurzelt, übergehend
- A<sub>2</sub> 10- 20 cm toniger Lehm, mittlerer Grobanteil  
 (Grus), schwach humos, kalkfrei, Re-  
 aktion: sauer; blockig-kantenscharf,  
 schwach porös, schwach durchwurzelt,  
 übergehend
- C<sub>v1</sub> 20- 50 cm Lehm, mittlerer Grobanteil (Schutt),  
 kalkfrei, Reaktion: sauer; blockig-  
 kantenscharf, schwach porös, Wurzeln  
 auslaufend, übergehend
- C<sub>v2</sub> 50-100+ cm kaolinisierter Glimmerschiefer.

## Standort 6

Lage und Verbreitung: zwischen 2. und 3. Terrasse,  
300 - 400 m über dem Meer, 5 - 7° geneigt, im Grenz-  
bereich der Kalk- und Schieferzone.

Tektonik, Lithologie und Oberflächenform:



-  Schutthänge (Pediment? von Taygetos)  
 Kalk (Gabrobo-Tripolis Zone)

Klima: Csa-Klima: heißes, sommertrockenes Klima, Mitteltemperatur des wärmsten Monats über 22°C, Oliven-Klimatyp.

Landwirtschaftliche Nutzung: geringes Ertragspotential;  
für Getreideanbau zu trocken und zu steinig.

## Profil 6:

PB: Lakonia, GB: Sparti, Gemeinde: Amyklae

Seehöhe: 380 m

Neigung: 6° E

Relief: Hang

Vegetation: Macchie mit einigen Oliven

Wasserverhältnisse: sehr trocken

Muttergestein: verwittertes Schiefermaterial

Bodentyp: silikatische Felsbraunerde

## Profilbeschreibung:



- |                |            |   |
|----------------|------------|---|
| A <sub>1</sub> | 0- 10 cm   | sandiger Lehm, mittlerer Grobanteil (Grus), schwach humos, kalkfrei, Reaktion: schwach sauer; undeutlich krümelig, porös, durchwurzelt, allmählich übergehend           |
| A <sub>2</sub> | 10- 30 cm  | Lehm, mittlerer Grobanteil (Grus), schwach humos, kalkfrei, Reaktion: schwach sauer; undeutlich blockig, schwach porös, schwach durchwurzelt, übergehend                |
| AB             | 30- 60 cm  | schluffiger Lehm, mittlerer Grobanteil (Grus und Schutt), schwach humos, kalkfrei, Reaktion: sauer; blockig-kantenscharf, schwach porös, Wurzeln auslaufend, übergehend |
| C <sub>v</sub> | 60-120+ cm | schluffiger Lehm, hoher Grobanteil (Grus und Schutt), kalkfrei, Reaktion: sauer; blockig-kantenscharf, schwach porös.   |

## 5. Auswertung

### 5.1. Diskussion der physikalischen und chemischen Daten (vergl. Tab. 2)

Der Grobskelett-Anteil ist in den untersuchten Profilen sehr unterschiedlich: Während in Profil 3 keiner festgestellt werden konnte, liegt dieser bei den übrigen Profilen bis zu 41 Gew.-%. Deshalb wird besonders in Profil 5, aber auch - wenn auch etwas abgeschwächt - bei den Profilen 4 und 6 die Bodenschwere in ihrer Wirksamkeit etwas vermindert und ein Faktor, das stärker zum tragen kommt - durch den Verdünnungseffekt innerhalb des durchwurzelten Bodenraumes die physiologische Gründigkeit vermindert und die Wasserversorgung der Kulturpflanzen negativ beeinflusst.

Die Bodenmächtigkeit kann bei den Profilen 1, 2, 3 und 6 als sehr gut, bei Profil 4 genügend und nur bei Profil 5 als gering angesprochen werden.

Die physikalische Analyse des Feinbodens und deren Auswertung nach dem Dreieck von E.C. Tommerup - dies war durch die Fraktionierungsgruppen erforderlich -, läßt eine Häufung in den Bezeichnungen sL, L und tL erkennen, allein im Unterboden des Profils 6 tritt der Schluff deutlicher in Erscheinung. Von einer Lessivage könnte nur bei den Profilen 2 und 3 gesprochen werden, wobei aber auf den gleich hohen Tonanteil in den  $AB_{t2}$ - und C-Horizonten von Profil 2 hingewiesen wird und somit eine endgültige Aussage erst nach weiteren Untersuchungen erfolgen kann.

Nun zur Besprechung der chemischen Analyse.

Die pH-Werte liegen nur bei Profil 5 im sauren Bereich, bei allen anderen Horizonten - mit einer Ausnahme - der untersuchten Profile im schwach sauren bis neutralen Milieu, obwohl das Muttergestein nur bei den Profilen 1 und 2 kalkhaltig ist.

Die AK-Werte der einzelnen Horizonte liegen in einem mittleren Bereich zwischen 8 bis 21 mval/100 g Boden. Die höchste AK weisen die Profile 3 und 4 (aus Mergel bzw. Phyllit) aus, etwas geringere die Profile 5 und 6 (Schiefer) und schließlich die geringsten die Profile 1 und 2, wobei noch die stark unterschiedliche physiologische Gründigkeit (hoch bei den Profilen 1 bis 3, mittel bei Profil 6 und gering bei den Profilen 4 und 5) berücksichtigt werden muß.

Die BS-Werte weisen größere Unterschiede auf.

Während sie bei den Profilen 1, 2 und 3 bei 100% liegen oder zumindest nahe an diese Marke herankommen, fällt die BS in den restlichen Profilen auf Werte um nur 36%, die infolge des basenarmen Ausgangsmaterials nicht unerwartet sind.

Der Ca-Anteil ist am Kationenbelag dominant, speziell in den aus Mergel hervorgegangenen Profilen. Kennzeichnend für diese Böden ist ebenfalls eine hohe Mg-Sättigung, wobei der Mg-Anteil mehr als die Hälfte des Ca-Anteils erreichen kann (Profile 2 und 3).

Die Na-Sättigung erreicht nur in Profil 2 und im Unterboden von Profil 3 höhere Werte (bis 13,3%), liegt ansonsten in einem Bereich bis 4,6%.

Die K-Sättigung liegt in allen Profilen noch deutlich eine Stufe tiefer und bewegt sich zwischen 0 und 2,9%, im Mittel um 1%.

Der H-Anteil ist erwartungsgemäß nur bei den Profilen aus Phyllit, Glimmerschiefer und Schiefer bedeutend (Profile 4, 5 und 6) und steigt bei Profil 5 (Ranker) bis 64% an.

## 5.2. Morphologisch-pedologische Wechselbeziehungen

Bei vergleichender Betrachtung der Standorte und Profile 1, 2 und 3 - alle aus pliozänem Mergel hervorgegangen und auf Niveaus, die schon im ausklingenden Mittelpleistozän landfest geworden sind und auf denen somit ab diesem Zeitpunkt eine terrestrische Bodenentwicklung einsetzen konnte, die vornehmlich von der unterschiedlichen Höhenlage, zum geringeren Teil durch unterschiedliche Anlage oder Landfestwerden der Terrassen gesteuert wurde - kann die folgende Bodencatena skizziert werden: Auf der jüngsten und ersten Terrasse (Standorte 3 und 1) ging die Bodenentwicklung in ebener Lage bis zu einer tiefgründigen Braunerde, auf der 2. Terrasse hingegen ging die Reifung bis zur Parabraunerde.

Die Standorte und Profile 4, 5 und 6 lassen hingegen deutlich den Einfluß der Faktoren Relief und Höhenlage erkennen. Während in hängigem Gelände in rd. 1000 m ü. d. M. nur ein Ranker (aus Glimmerschiefer) sich bilden konnte, ist in rd. 700 m aus ähnlichem Ausgangsmaterial eine schwach entwickelte silikatische Felsbraunerde anzutreffen; in ebenen Lagen zwischen 300 und 400 m konnte sich aus verwittertem Schiefermaterial eine mittelgründige silikatische Felsbraunerde entwickeln.

Tabelle 1: Klimatische Angaben

Station	Meßwert	Monat												Jahressumme bzw. -mittel
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Patrai	1	96,5	78,7	66,0	50,8	33,0	15,2	2,5	5,1	27,9	91,4	114,3	124,5	705,9
	2	13	12	10	9	7	5	1	2	5	11	12	14	101
	3	10,3	10,6	12,5	16,1	20,0	23,9	26,9	26,9	24,2	19,7	15,3	11,7	15,6
	4	20,4	22,7	30,9	52,9	88,6	119,0	146,6	137,2	103,0	72,0	42,8	27,3	863,4
	5	76,1	56,0	35,1	-2,1	-55,6	-103,8	-144,1	-132,1	-75,1	19,4	71,5	97,2	-176,9
	6	20,4	22,7	30,9	52,9	82,6	86,0	67,6	43,3	42,8	72,0	42,8	27,3	591,3
Pyrgos	1	119,3	92,0	68,5	41,4	30,7	15,4	1,3	10,1	44,1	96,6	145,5	165,8	830,6
	3	9,5	9,6	12,1	15,6	19,2	23,8	27,1	27,6	25,1	19,0	12,8	10,6	17,6
Kalamata	1	138,1	88,8	73,2	38,9	28,8	14,9	1,2	8,4	31,8	83,5	137,4	166,9	811,9
	3	10,8	11,1	12,8	15,9	20,8	23,3	27,4	27,8	23,9	19,6	15,9	10,9	18,3
	4	23,2	23,0	34,0	52,8	87,8	125,5	150,0	143,0	111,2	78,6	48,5	29,9	908,4
	5	114,9	65,8	39,2	-13,9	-59,0	-110,6	-148,8	-135,5	-79,4	4,9	88,9	197,0	-96,5
	6	23,2	23,0	34,0	52,8	79,8	88,0	65,2	44,4	46,0	78,6	48,5	29,9	613,4
	1	111,2	79,1	66,3	47,6	50,7	37,6	18,1	22,4	36,0	79,8	118,5	150,4	817,7
Spartí	2	11	9	9	6	8	4	2	2	5	6	11	13	86
	3	9,0	9,7	12,1	15,5	19,9	24,2	27,3	27,4	24,2	19,0	13,8	10,7	17,7

Meßwerte: 1 = Mittl. Niederschläge in mm, 2 = Zahl der Tage mit Niederschlag  $\geq 1,02$  mm,

3 = Mittl. Temperatur in °C, 4 = Potentielle Evapotranspiration in mm, 5 = Mittl.

Niederschläge minus Potentieller Transpiration in mm, 6 = Tatsächliche Evapotranspiration in mm.

Quellen: für die Stationen Patrai und Spartí: H. Tollner, 1976; für die Stationen Pyrgos und Kalamata: E.M.Y., Zentrale Meteorologische Station, Athinaí 1983

Tabelle 2: Physikalische und chemische Daten der untersuchten Profile

1	Profil	Horizont	Tiefe cm	> 2000 $\mu\text{m}$	2000- 200 $\mu\text{m}$	200- 20 $\mu\text{m}$	20- 2 $\mu\text{m}$	<2 $\mu\text{m}$	BA	pH 0,1n KCl	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup> mval/100 g	K <sup>+</sup>	H <sup>+</sup>	AK	BS %
	A <sub>1</sub>	0-15	6	17	52	19	12	sL	7,2	8,58	1,09	0,21	0	0	0	9,88	100,0
	A <sub>2</sub>	15-25	6	14	51	23	12	sL	6,9	7,74	0,66	0,25	0	0	0,26	8,91	97,1
	B <sub>V</sub>	25-70	4	12	52	22	14	L	6,9	8,44	1,99	0,22	0	0,26	10,91	97,6	
	C <sub>V</sub>	70-100	4	9	43	30	18	tL	7,3	10,01	2,24	0,41	0	0	12,66	100,0	
										79,1	17,7	3,2	0	0	100,0		
2	A <sub>1</sub>	0-10	13	24	56	13	7	sL	6,7	5,96	1,61	0,53	0,18	0,13	8,41	98,4	
	A <sub>2</sub>	10-20	17	21	60	9	10	sL	7,0	5,11	1,53	0,98	0,23	0	7,85	100,0	
	AB <sub>t1</sub>	20-30	7	20	51	14	15	stL	7,2	6,59	2,61	0,71	0,21	0	10,12	100,0	
	AB <sub>t2</sub>	30-70	4	14	50	15	21	stL	6,9	6,81	3,55	0,66	0,12	0	11,14	100,0	
	C <sub>V</sub>	70-100	0	8	46	25	21	tL	6,6	8,19	4,56	0,77	0,06	0	13,58	100,0	
										60,3	33,6	5,7	0,4	0	100,0		

Tabelle 2: Physikalische und chemische Daten der untersuchten Profile (Fortsetzung)

Profil	Horizont	Tiefe cm	>2000 µm	2000- 200µm	200- 20µm	20- 2µm	<2 µm	BA	pH 0,1n KCl	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup> mmval./100 g	K <sup>+</sup>	H <sup>+</sup>	AK	BS %
3	A	0-10	0	4	59	27	10	L	6,5	11,26	2,74	0,61	0,28	0,13	15,02	99,1
	AB <sub>1</sub>	10-50	0	4	59	23	14	L	6,6	74,9	18,2	4,1	1,9	0,9	100,0	98,8
	AB <sub>2</sub>	50-75	0	3	35	38	24	tL	6,6	63,1	28,5	6,3	0,9	1,2	100,0	100,0
	C <sub>vg</sub>	75-100	0	3	29	48	20	ztL	6,5	9,23	3,58	1,56	0,04	0	14,41	100,0
										64,1	24,8	10,8	0,3	0	100,0	99,4
										47,2	38,6	13,3	0,3	0,6	100,0	63
4	A <sub>1</sub>	0-10	35	34	32	29	5	sL	6,1	9,97	1,65	0,33	0,26	6,40	18,61	65,6
	A <sub>2</sub>	10-25	29	25	27	39	9	L	5,8	53,5	8,9	1,8	1,4	34,4	100,0	55,7
	B <sub>v</sub>	25-50	22	27	30	29	14	L	5,7	5,89	1,85	0,49	0,24	6,75	15,22	48,0
	C <sub>v</sub>	50-90	1	27	53	12	8	sL	6,1	38,7	12,2	3,2	1,6	44,3	100,0	43,3
										32,6	11,2	3,1	1,1	52,0	100,0	9,34
										2,77	0,84	0,39	0,04	5,30	9,34	43,3
										29,7	9,0	4,2	0,4	56,7	100,0	

Tabelle 2: Physikalische und chemische Daten der untersuchten Profile (Fortsetzung)

Profil	Horizont	Tiefe cm	>2000 µm	2000- 200µm	200- 20µm	20- 2µm	<2 µm	BA	pH 0,1n KCl	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Na <sup>+</sup> mval/100 g	K <sup>+</sup>	H <sup>+</sup>	AK	BS %						
																	2000- 200µm	200- 20µm	20- 2µm	<2 µm		
5	A <sub>1</sub>	0-10	41	45	14	25	16	tL	5,2	7,11	1,79	0,56	0,11	6,40	15,97	59,9						
	A <sub>2</sub>	10-20	31	33	19	33	15	tL	4,9	3,35	1,83	0,61	0,08	7,40	13,27	44,2						
																	44,5	11,2	3,5	0,7	40,1	100,0
C <sub>v1</sub>	20-50	36	38	24	24	36	2	L	4,8	2,95	1,18	0,40	0,05	8,00	12,58	36,4						
																	25,2	13,8	4,6	0,6	55,8	100,0
																	23,4	9,4	3,2	0,4	63,6	100,0
6	A <sub>1</sub>	0-10	36	41	31	25	3	sL	5,8	10,94	2,10	0,29	0,25	3,20	16,78	80,9						
	A <sub>2</sub>	10-30	27	29	27	35	9	L	5,8	6,25	2,06	0,30	0,11	2,50	11,22	77,7						
																	65,2	12,5	1,7	1,5	19,1	100,0
AB	30-60	32	28	26	26	45	1	zL	5,5	6,51	2,15	0,43	0,04	3,30	12,43	73,5						
																	55,7	18,4	2,6	1,0	22,3	100,0
																	52,4	17,3	3,5	0,3	26,5	100,0
C <sub>v</sub>	60-120	40	32	21	21	47	0	zL	5,2	6,94	2,15	0,44	0,05	3,30	12,88	74,4						
																	53,9	16,7	3,4	0,4	25,6	100,0

Erläuterungen: BA = Bodenart, AK = Austauschkapazität, BS = Basensättigung

## 7. Literatur

- Geologische Karte Griechenlands 1 : 500.000. Inst.f.Geology and subsurface research, Athinai 1954.
- Köppen W. u. R. Geiger: Die Klimazonen der Erde. Wandkarte J. Perthes Verlag, Darmstadt 1961.
- Leydecker, G., H. Berckhemer u. N. Delibasis: A study of seismicity in the Peloponnesus region by precise hypocenter determination. In "Alps, Apennines, Hellenides" v. H. Closs, D. Roeder u. K. Schmidt, S. 406 - 410. Stuttgart 1978.
- Tollner, H.: Zum Klima von Griechenland. Beiträge zur Landeskunde von Griechenland, S. 265 - 281, Selbstverlag d. Geogr. Inst.d.Univ. Salzburg, Salzburg 1976.
- Verginis, S.: Beiträge zur Physischen Geographie des Nord-Peloponnes (Griechenland), 360 S., 1981, im Druck.
- Verginis, S. und H. Nagl: Ein landschaftsökologischer Vergleich von Hochgebirgen - am Beispiel des Nordpeloponnes und der Nockberge. Annal. Géol. des pays helléniques, Athinai, S 1-13, 1983.

Anschrift der Verfasser: Univ.-Dozent Dr. Othmar Nestroy  
OAss. DDr. Spiridon Verginis  
Institut für Geographie  
Universität Wien  
Universitätsstraße 7  
1010 Wien

Bodenbiologische Untersuchungen an Böden aus  
Lockersedimenten

von W. L o u b und G. H a y b a c h

Zusammenfassung

Aus ähnlichen Substraten (Löß und Flugstaub) entstandene Böden wurden an Standorten des pannonischen Klimabereiches (Tschernosem, Paratschernosem und Lößbraunerde) und des humiden Klimabereiches (Pseudogley) mikrobiologisch und bodenzoologisch untersucht. Die Beobachtung der Massenentwicklung ergab im pannonischen Raum eine sommerliche Depression für die Mikroben und - wenn auch nicht im gleichen Ausmaß - für die Bodenmesofauna. Verschiedene Faktoren, wie Beschattung oder Bearbeitung des Bodens, beeinflussten diese Erscheinung stark. Im humiden Bereich ließ sich diese Depression abgeschwächt oder gar nicht feststellen. Der Chemismus des Bodens war ausschlaggebend für die Artenzusammensetzung der Mikroben und für die Aktivität der sog. physiologischen Gruppen unter ihnen; für die Bodenfauna hatte er nur indirekte Bedeutung. Hier scheint die Vegetation größeren Einfluß zu haben. Bei den Mikroben konnte ein für die pannonischen Standorte bzw. für die Bodentypen charakteristischer Artenbestand gefunden werden, was bei der Bodenfauna nicht im gleichen Ausmaß gelang.

Summary

Soils deriving from similar parent materials (Löß and Flugstaub) have been examined in microbiology and soil biology from sites in the area of pannonic climate (Tschernosem, Paratschernosem and Lößbraunerde) and of humid climate

(Pseudogley). The observation of the seasonal fluctuation of soil organisms showed a depression of the microbial numbers and a lower one for the numbers of soil animals during the summer in the pannonic soils. Several facts like shadow or tilling had much influence therein. This depression could not be observed in the soils of the humid area. The combination of species and activity of the "physiological groups" of soil microflora are strongly influenced by chemical qualities of the soil. Vegetation of the site was more important to the soil fauna than the chemical properties. There has been found some characteristic communities of soil microbes in the pannonic sites, but no equal communities of the soil fauna.

## Gliederung

1. Einleitung
2. Die untersuchten Standorte
  - 2.1. Standorte Z 1-3 (Zurndorf)
    - 2.1.1. Vegetation und Profilbeschreibung
  - 2.2. Standorte N 1-3 (Neulengbach)
    - 2.2.1. Vegetation und Profilbeschreibung
  - 2.3. Vergleichsstandorte
    - 2.3.1. Tschernoseme unter Trockenrasen und Acker
    - 2.3.2. Paratschernoseme unter pannonischen Trockenrasen und Acker
    - 2.3.3. Lößbraunerden unter Eichenmischwald
    - 2.3.4. Pseudogleye
3. Methodik
  - 3.1. Bodenphysikalische und -chemische Untersuchungen
  - 3.2. Bodenzologische Untersuchungen
  - 3.3. Mikrobiologische Untersuchungen
4. Ergebnisse
  - 4.1. Ergebnisse der mikrobiologischen Beobachtungen
  - 4.2. Ergebnisse der bodenzologischen Untersuchungen
5. Diskussion
6. Tabellen
7. Literatur

## 1. Einleitung

Lockersedimentböden, besonders solche auf Löß, bedecken einen großen Teil Ostösterreichs. Sie gehören zu den fruchtbarsten Böden unseres Landes. Ein Teil dieser Böden liegt im pannonischen Klimagebiet, ein anderer Teil im humid-atlantischen. Dieser Umstand bedingt aus dem gleichen Ausgangsmaterial eine unterschiedliche Bodenentwicklung. Klima und Substrat regeln den Wasserhaushalt des Bodens, der von entscheidendem Einfluß auf die Entwicklung der Bodenorganismen im Ablauf des Jahres ist. Parallel zu den biologischen Untersuchungen wurden auch genaue ganzjährig durchlaufende Beobachtungen über den Wasserhaushalt der Böden durchgeführt. Die Resultate der entsprechenden Arbeiten wurde an anderer Stelle bereits veröffentlicht (O. Nestroy, 1961, W. Loub, 1961 und P. Gruber, 1973).

## 2. Die untersuchten Standorte

Aus einer größeren Anzahl von Standorten wurden sechs Hauptstandorte ausgewählt, die in bezug auf ihren Wasserhaushalt im Laufe von drei Jahreszyklen mindestens einmal monatlich beobachtet wurden. Drei von ihnen - und zwar ein Tschernosem, ein Paratschernosem und eine Lößbraunerde - liegen im pannonischen Klimabereich (im Burgenland), die anderen drei - nämlich verschiedene Varianten pseudovergleyter Böden - im humiden Klimabereich Niederösterreichs.

Außer den hier genannten Standorten wurden die Untersuchungsergebnisse auch von anderen, die im Anschluß noch angeführt werden, zum Vergleich herangezogen.

### 2.1. Standorte Z 1-3 (Zurndorf)

Sie liegen im nördlichen Burgenland nahe Zurndorf auf den Schotterkörpern der Parndorfer Platte und haben sich aus verschieden mächtigem Flugstaub bzw. Schwemmlöß entwickelt.

Die Klimacharakteristika für alle drei Standorte sind ein Jahresmittel der Temperatur von  $9,6^{\circ}\text{C}$ , wobei das Monatsmittel im Jänner  $-1,2^{\circ}\text{C}$  und im Juli  $19,8^{\circ}\text{C}$  beträgt. Diese Bedingungen werden nicht sosehr durch den pannonischen Südostwind, sondern durch langsame Strömungen aus dem Azorenraum bedingt (F. Steinhauser, 1960). In den beiden Hauptuntersuchungsjahren war das Temperaturmittel im August 1971  $21^{\circ}\text{C}$  und im Juli  $20^{\circ}\text{C}$ . Der Jahresniederschlag des Gebietes beträgt im Mittel 562 mm, mit Minima im August und September. Die Schneebedeckung beträgt ca. 16 Tage. In den beiden Untersuchungsjahren ergab sich 1971 ein Niederschlagsdefizit von 116 mm gegenüber dem langjährigen Mittel, 1972 nur ein solches von 5 mm. Evaporationsmessungen konnten trotz ihrer Bedeutung für diese Standorte nicht durchgeführt werden. Der Wind, der dort sehr häufig bläst, findet auf den ebenen Flächen keine Hindernisse und verstärkt die Evaporation.

### 2.1.1. Vegetation und Profilbeschreibung

#### Standort Z 1 - Tschernosem unter Trockenrasen (Hutweide)

Besonders häufig sind *Avenochloa pratensis*, *Festuca rupicola*, *Potentilla avenaria* als Trockenheitsanzeiger; dazu noch *Koeleria gracilis* und *Teucrium chamaedris*. Auf den Kalkgehalt des Bodens weisen *Coronilla varia*, *Medicago falcata* und *Astragalus austriacus* hin.

#### Profilbeschreibung:

A<sub>h</sub>      0- 30 cm 10 YR 3/3<sup>+</sup>, stark lehmiger Sand, humos (Mull),  
mittel- bis feingranulär, porös, stark durch-  
wurzelt, reichlich Regenwurmlösung

+ ) bedeutet jeweils Farbe in naturfeuchtem Zustand nach  
Munsell Soil Color Charts

ACD	30- 45 cm	Löß mit Schotter
D <sub>1</sub>	45-100 cm	schwach kalkhaltiges Material, mit Schotter vermischt.

#### Standort Z 2 - Paratschernosem unter Trockenrasen (Hutweide)

Am häufigsten sind hier *Festuca rupicola*, *Koehleria gracilis* und *Potentilla avenaria*. *Stipa capillata* und *Euphorbia caparissias* sind für extremen Wassermangel und *Potentilla argentea* für das saure Milieu charakteristisch.

#### Profilbeschreibung:

A <sub>h</sub>	0- 20 cm	7,5 YR 3/2, stark sandiger Lehm, humos (Mull), mittelblockige Aggregate in feingranuläre Partikel zerfallend, stark durchwurzelt
ACD	20- 35 cm	wenig Feinmaterial mit Schotter vermengt
D	ab 35 cm	rotbraune Schotter mit Sand, nicht durchwurzelt.

Standort Z 3 - Lößbraunerde unter Eichen - Hainbuchenwald, in unmittelbarer Nachbarschaft von Z 1 und Z 2, aber etwas tiefer (in einer Mulde) gelegen. In der Baumschicht dominieren *Carpinus betulus*, *Quercus pubescens* und *Quercus petraea*. In der spärlichen Krautschicht kennzeichnen *Polygonatum latifolium* und *Lithospermum purpureocoeruleum* einen guten Standort. Trockenheitsanzeiger finden sich hier nicht; vielleicht ist der Boden hier dafür zu tiefgründig.

#### Profilbeschreibung:

O	2- 0 cm	Laubstreu
A <sub>h</sub>	0- 15 cm	10 YR 4/2, schluffiger Lehm, humos (Mull), mittelblockige Aggregate, feinkrümelig zer- fallend, porös, stark durchwurzelt
B <sub>v</sub>	15- 40 cm	10 YR 4/4, schluffig toniger Lehm, schwach humos, mittelblockig, gut durchwurzelt
BC	40- 55 cm	10 YR 5/3 - 5/4, schluffiger Lehm, mittelblockig

C ab 55 cm 2,5 Y 6/3; Schwemmlöß, 1-3 m mächtig, mit Kalkkonkretionen, porös und noch durchwurzelt; darunter Schotter.

Der Wasserhaushalt der drei Böden wird in der schon genannten Dissertation von P. Gruber (1973) genau geschildert. Hier können nur einige vom biologischen Standpunkt wichtige Charakteristika berücksichtigt werden. Standort Z 1 und Z 2 sind einander in diesem ökologischen Faktor sehr ähnlich. In beiden Fällen steigt der aktuelle Wassergehalt bis Mitte Mai, eventuell noch Anfang Juni. Ein zweites Maximum ist im Oktober zu verzeichnen. Die Grenze des permanenten Welkepunktes wurde in Z 1 1971 dreimal erreicht und einmal sogar unterschritten, in Z 2 1971 zweimal. 1972 sind die Werte des Wassergehaltes bis in 30 cm Tiefe Ende Juni nahe dem Welkepunkt. Beim permanenten Welkepunkt können sich nur mehr sehr trockenresistente Mikroben vermehren. Die Lößbraunerde (Z 3) bietet durch ihre Tiefgründigkeit ein größeres Speichervermögen für die Winterfeuchtigkeit und außerdem die Möglichkeit eines Zuschußwassers durch ihre tiefere Lage. Trotzdem war sie im trockenen Jahr 1971 bis 2 m Tiefe kurze Zeit bis knapp an den permanenten Welkepunkt ausgetrocknet, während im feuchteren Jahr 1972 die Wasserversorgung dauernd ausreichte.

## 2.2. Standorte N 1 - 3 (Neulengbach)

Diese Standorte liegen im humiden Klimabereich im Hügelland der Molasse, nahe der Nordgrenze der Flyschzone bei Sieghartskirchen. In diesem Gebiet sind die Molassesedimente von einer etwa 80 cm mächtigen Lößschicht überlagert. Es handelt sich um pseudovergleyte Böden unter Mischwäldern und Pflanzengesellschaften mehr oder weniger feuchter Wiesen. Das Jahrestemperaturmittel beträgt hier  $9,4^{\circ}\text{C}$ , das Julimittel  $19,6^{\circ}\text{C}$ . Der Jahresniederschlag liegt mit 741 mm um 179 mm über dem von Zurndorf. Ein Niederschlagsmaximum

tritt im Sommer auf. Die Schneebedeckung wird mit 41 Tagen angegeben. Die Niederschläge lagen 1971 um 153 mm, 1972 um 44 mm unter dem Jahresmittel.

### 2.2.1. Vegetation und Profilbeschreibung

#### Standort N 1 - Wiese am Auberg bei Elsbach

Der Boden ist ein schwerer Pseudogley. Die Vegetation entspricht einem Arrhenatheretum mit reichlich Kohldisteln und auch Binsen in einigen Mulden.

#### Profilbeschreibung:

A <sub>h</sub>	0- 5 cm	2,5 Y 4/2; toniger Lehm, humos (Mull), grobgranulär, schwach porös, stark durchwurzelt
AP	5- 25 cm	2,5 Y 4/2; toniger Lehm, humos, grobblockig, mäßig durchwurzelt
P <sub>1</sub>	25- 45 cm	2,5 Y 5/2 bis 5/1; Ton, grobblockig, Konkretionen und Rostfilme, mäßig durchwurzelt
P <sub>2</sub>	45- 60 cm	2,5 Y 5/4; Nadelrisse gehäuft, sonst wie P <sub>1</sub>
PS	60- 80 cm	2,5 Y 5/4 und 2,5 Y 5/1; Ton bis toniger Lehm, scharfkantig, mittelblockig.

#### Standort N 2 - Pseudogley unter Buchenwald, nahe dem Standort N 1

Innenrandlage des Auberges nördlich von Elsbach. *Fagus silvatica* dominiert, die Strauchschicht fehlt. *Vinca minor*, *Galium odoratum* und *Carex pilosa* herrschen in der Krautschicht vor, deren Vegetation für einen mäßig sauren und gut mit Nährstoffen versorgten Boden charakteristisch ist. Die Pflanzen lassen für den Wasserhaushalt des Standortes die Bezeichnung "frisch" als passend erscheinen. Trockenanzeiger fehlen.

#### Profilbeschreibung:

O	1- 0 cm	Laubstreu
A <sub>h</sub>	0- 15 cm	2,5 Y 3/1; Lehm, humos (Mull), mittel- bis grobgranulär, stark durchwurzelt

AP	15- 20 cm	2,5 Y 4/2; Lehm, humos (Mull), mittelplattig, Punktkonkretionen, durchwurzelt
P	20- 40 cm	2,5 Y 4/2 und 2,5 Y 5/4; schluffiger Lehm, plattig bis mittelblockig, Punktkonkretionen und Rostflecken
PS	40- 60 cm	2,5 Y 6/2 und 7,5 YR 1/2; toniger Schluff, feinblockig
S	60-120 cm	7,5 YR 4/5; toniger Schluff mit Rostfleckung, marmoriert.

Standort N 3 - Pseudovergleyte Braunerde auf einer Kuppe unter Magerwiese, nahe Standort N 1 und N 2

*Avenachloa pubescens*, *Arrhenatherum elatior*, *Bromus erectus*, *Lychnis flos-cuculi* und *Colchicum autumnale* weisen auf einen wechselfeuchten, nährstoffarmen Standort hin. Die beiden letzten Pflanzen gedeihen besser in der feuchten Phase des Jahres.

#### Profilbeschreibung:

A <sub>h</sub>	0- 10 cm	2,5 Y 4/1; lehmiger Schluff, humos (Mull), grobblockig, stark durchwurzelt
AP	10- 40 cm	2,5 Y 5/1 bis 6/1; schluffiger Lehm, schwach humos, plattig, Punktkonkretionen, mäßig durchwurzelt
S <sub>1</sub>	40- 70 cm	10 YR 5/5 und 5 YR 2/2 bis 3/2; toniger Schluff, plattig, schwach durchwurzelt
S <sub>2</sub>	70- 90 cm	10 YR 5/6 und 5 YR 4/2 bis 3/2; marmoriert, stark lehmiger Schluff, plattig.

Die chemischen und physikalischen Daten sind auf Tab. 1 ersichtlich.

Die Durchfeuchtung des Bodens reicht in allen drei Böden tiefer als in den Standorten Z 1 bis Z 3. Die Austrocknung ist mehr oberflächlich. Die Wassergehaltswerte kommen in N 1 in 0-10 cm nur im August den Werten des Welkepunktes nahe, im trockenen Jahr 1971 war dieser Wert bei N 1 im September erreicht. In allen anderen Tiefen des Bodens und im Jahr 1972

wurde die Grenze des permanenten Welkepunktes in N 1 nie erreicht. Im Waldstandort N 2 trocknete auch der Bereich von 0-10 cm nie so stark aus wie in N 1. Hier verursachte der Wasserverbrauch durch den Unterwuchs Ende August 1971 eine Annäherung des Wassergehaltes an den Welkepunkt, während 1972 dies nicht auftrat. Im Boden von N 3 war im August in 0-10 cm Tiefe der Welkepunkt fast erreicht und Anfang September in 40 cm Tiefe kurzzeitig leicht überschritten, 1972 waren alle Horizonte des Bodens von einem solchen Wasserdefizit weit entfernt. Der Standort N 3 ist allgemein etwas trockener als N 1 und N 2.

Die sechs soeben besprochenen Standorte wurden wegen ihrer besonders gründlichen Bodenwasserhaushaltsuntersuchungen in den Mittelpunkt der Betrachtungen gestellt; eine Reihe weiterer, die im folgenden ohne ausführliche Beschreibung angeführt werden, muß aber in bezug auf ihr Bodenleben ebenfalls berücksichtigt werden. Dies geschieht deshalb, weil an einem Teil dieser Standorte jahreszyklische Untersuchungen mit mindestens monatlicher Probenentnahme in mehreren Horizonten durchgeführt wurden. Weitere Untersuchungsergebnisse von Beobachtungsstellen ohne jahreszyklische Beobachtungen, z.B. Marchfeld, Machland, Alpenvorland, wurden ebenfalls herangezogen, um das Artenspektrum der Biotope soweit wie möglich zu vervollständigen.

## 2.3. Vergleichsstandorte

### 2.3.1. Tschernoseme unter Trockenrasen und Acker

- o Tschernosem aus dem Gebiet der Zitzmannsdorfer Wiesen (östlich des Neusiedlersees) unter natürlicher Vegetation. Humushorizont 0-40 cm, darunter 10-20 cm Löß über Schotter.

Die chemischen Daten dieser Vergleichsstandorte sind in Tab. 2 zusammengefaßt.

- o Tschernosem bei Wilfersdorf im Weinviertel unter Acker.  
A<sub>p</sub> 0-20 cm, A<sub>2</sub> 20-35 cm, Löß bis 185 cm, darunter tertiärer Sand.

- o Tschernosem aus dem Marchfeld.  
Hier wurden sowohl seichtgründige über Schotter als auch tiefgründige untersucht. In erster Linie wurde der Artenbestand der mikroskopischen Bodenpilze zum Vergleich herangezogen.

#### 2.3.2. Paratschernoseme unter pannonischem Trockenrasen und Acker

- o Paratschernosem nördlich von Parndorf.  
Humushorizont maximal 40 cm, darunter Schotter.
- o Paratschernoseme aus dem Marchfeld bei Marchegg.  
Tiefgründige und seichtgründige werden in der Artenliste der Mikroben zusammengefaßt: Die Humushorizonte erreichten bei den seichtgründigen 30 cm, bei den tiefgründigen über 70 cm Mächtigkeit.

#### 2.3.3. Lößbraunerden unter Eichenmischwald

- o Lößbraunerde aus dem Leithagebirge (G. Franz, 1960).  
Humushorizont 0-20 cm.
- o Lößbraunerde aus den Hainburger Bergen.  
Humushorizont 0-20 cm.  
Beide Lößbraunerden waren bis zum Löß entkalkt.

#### 2.3.4. Pseudogleye

- o Pseudogley aus Flyschmergel. Wiese bei Dürrwien im Wienerwald.  
Humushorizont 0-20 cm.
- o Pseudogley aus aufgewittertem Flyschmergel unter Laubmischwald bei Dürrwien im Wienerwald.  
Humushorizont 0-20 cm.

- o. Pseudogley aus Staublehmdecke bei Schrems im Waldviertel unter Streuwiese mit Sauergräsern.  
Humushorizont 0-10 cm.
- o. Pseudogley aus dünner Lößdecke bei Wieselburg (Alpenvorland) unter Acker.  
Humushorizont 0-35 cm, P-Horizont 35-85 cm.
- o. Pseudogley aus kalkarmen bis kalkfreien Lockersedimenten bei Steinakirchen (Alpenvorland), unter Acker, Mähwiesen und aufgeforstetem Fichtenwald.
- o. Pseudovergleyte Böden aus Lockersedimenten unter Mähwiesen und Acker im Machland (Oberösterreich).

### 3. Methodik

#### 3.1. Bodenphysikalische und -chemische Untersuchungen

Der aktuelle Wassergehalt des Bodens wurde auf übliche Weise unmittelbar nach der Probenentnahme durch Trocknen bei 105° C bestimmt. Die Ermittlung besonderer Charakteristika, wie der Feldkapazität, des permanenten Welkepunktes und damit des pflanzenaufnehmbaren Wassers erfolgte an Proben in ungestörter Lagerung, die mit Stechzylindern gezogen und nach voller Wassersättigung in der pF-Apparatur weiterverarbeitet wurden. Die Ermittlung der Bodenart als Ergänzung zur Profilbeschreibung geschah nach Dispergierung des Feinbodens mit Na-Pyrophosphat durch die Pipettmethoden und nasse Siebung. Der pH-Wert wurde in 1 n KCl bestimmt. Zur Ermittlung des Kalkgehaltes diente die Scheibler-Apparatur, für die Bestimmung des Humusgehaltes die Schnellmethode nach Walkley-Armstrong, eventuell mit Verdünnung des Bodens durch reinen Quarzsand bei höheren Humusgehalten. Ansonsten sei auf die Methodenbücher R. Thun u. R. Hermann (1955) und H.J. Fiedler (1964, 1965) verwiesen.

### 3.2. Bodenzoologische Untersuchungen.

Sie dienen besonders der Erfassung der für den Boden, seinen Stoffumsatz und seine Entwicklung so wichtigen Mesofauna. Hierfür wurden mit sog. Kubienarähmchen (Blechsachteln mit abnehmbarem Deckel und Boden) ungestörte Bodenproben ausgestochen (ca. 1/2 l Erde) und unmittelbar nach der Entnahme im Labor in den Berlese-Tullgren Apparat eingelegt. Die im Apparat erhaltene Ausbeute wurde nachher ausgezählt und die Collembolen einer genauen Bestimmung bis zur Art zugeführt. Als Bestimmungsliteratur wurden hauptsächlich die Bücher von H. Gisin (1960) und A. Palissa (1964) und J. Stach (1947-1960) nebst einigen kleineren Einzelarbeiten verwendet.

### 3.3. Bodenmikrobiologische Untersuchungen.

Auch hierfür wurden die Proben in Kubienarähmchen ins Labor gebracht und sofort verarbeitet. Von aliquoten Mengen einer Verdünnungsreihe von Bodensuspension wurden mit verschiedenen Agarsorten Platten gegossen und in Petrischalen bebrütet. Bei den angeführten Gesamtkeimzahlen handelt es sich aber - soferne nicht anders vermerkt - um Zählungen auf Erdextraktagar. Die Ermittlung der Zahlen für die physiologischen Gruppen erfolgte durch Verdünnungsreihen oder Auszählung auf den entsprechenden Nährsubstraten (z.B. Zellulosefilter für Zellulosezerersetzer) in mineralischer Nährlösung. Genauere Rezepturen enthalten die Methodenbücher H. Fiedler (1973), J. Janke u. R. Dickscheit (1967) und J. Pochon (1954). Die Taxonomie entspricht den Bestimmungswerken L. Bergey (1957 und 1966), K.B. Raper und Ch. Thom (1949), J.C. Gilman (1957), G.S. Barron (1968), H. Zychna, R. Siepmann und G. Linnemann (1969), W. Gams (1970) und K. H. Domsch, W. Gams und T. Anderson (1980).

## 4. Ergebnisse

### 4.1. Ergebnisse der mikrobiologischen Beobachtungen

Das Bodenleben und besonders die Bodenmikroben werden mit zunehmender Beliebtheit und wechselndem Erfolg als Maßstab für die Güte des Bodens herangezogen. Es geht dabei sowohl um die wechselnde Quantität als auch um die Artenzusammensetzung der Bodenkleinwelt. Die ersten derartigen Versuche liegen viele Jahrzehnte zurück. Schon damals versuchte der berühmte Bodenmikrobiologe Waksman, anscheinend mit Erfolg, eine Parallelität zwischen Bodenmikroben, Massenentwicklung und Bodenfruchtbarkeit aufzuzeigen. Die entsprechenden graphischen Darstellungen sind auch heute noch eindrucksvoll. Wenn in anderen Fällen die Zusammenhänge zwischen Bodenqualität und Bodenleben nicht eindeutig zu finden waren, lag das daran, daß die Kenntnis der Bodenökologie, der Bodensystematik und die Aufdeckung der Fruchtbarkeitsfaktoren eine sehr beträchtliche Weiterentwicklung erfahren hat. Trotzdem stehen wir nicht am Ende dieser wissenschaftlichen Dynamik und können so auch heute noch nicht die Parallelität zwischen Bodenqualität bzw. Bodenfruchtbarkeit und Bodenleben zufriedenstellend nachweisen. Im allgemeinen ist es notwendig, die Keimzahlen der Mikroben für einen Boden durch ganzjährige Beobachtungen mit etwa monatlicher Probennahme zu charakterisieren. Kennt man aber den jahreszyklischen Verlauf einer solchen Massenentwicklungskurve für einen Bodentyp oder für eine ökologisch zusammengefaßte Bodentypengruppe, dann können auch Einzelproben, zu bestimmten charakteristischen Zeitpunkten entnommen, Charakteristisches zur Mikrobiologie eines Bodens aussagen. Diese Möglichkeit wurde bei den vorliegenden Untersuchungen zum Teil ausgenützt.

Die wichtigsten Keimzahlen - wie schon zuvor erwähnt, auf Erdextraktagarplatten bestimmt - sind in der Tab. 3 zu-

sammengefaßt. Sie lassen eine für die Böden des pannonischen Klimagebietes charakteristische Erscheinung erkennen, nämlich eine sommerliche Reduzierung der Mikobenvermehrung durch die Austrocknung des Bodens. Besonders stark war diese an den Standorten Z 1 und Z 2, während sie sich im beschatteten Boden des Waldstandortes Z 3 nur in abgeschwächter Form beobachten ließ. In den Tschernosemen und Paratschernosemen auch der übrigen Standorte zeigte sich vor Beginn dieser Depression im Mai und Ende September oder Anfang Oktober ein Massenentwicklungsmaximum der Bakterien. In den tiefgründigen Tschernosemen des Weinviertels und zum Teil auch in den relativ tiefgründigen Paratschernosemen nahe den Marchauen war der sommerliche Vermehrungsrückgang etwas schwächer und in größeren Tiefen oft kaum zu bemerken. Die seichtgründigen Böden mit ihrer geringen Speicherfähigkeit näherten sich mit ihrem Wassergehalt oft schon Ende Mai dem permanenten Welkepunkt und dem Tiefpunkt der bakteriellen Vermehrung. Dort, wo durch Beackerung die natürliche Vegetationsdecke entfernt war, gestalteten sich die xerothermen Bedingungen für die Mikroben viel extremer. Die Maxima der Bakterienentwicklung in Tschernosem und Paratschernosem war in gedüngten Böden viel stärker. Die Keimzahlen erreichten hier ein Vielfaches der ungedüngten Varianten. Bei den untersuchten Lößbraunerden handelt es sich um ungedüngte Waldböden; es sind beschattete Standorte mit größerer Tiefgründigkeit. Diese beiden Umstände bewirkten nicht nur, wie anfangs erwähnt, eine Abschwächung der sommerlichen Massenentwicklungsdepression, sondern auch eine Verschiebung der Massenentwicklungsmaxima um zwei bis drei Wochen. Daß die zeitlich vergleichbaren Zahlen in der bewaldeten Lößbraunerde höher sein können als unter den Grünlandstandorten der beiden oben erwähnten Böden, wird auch noch durch den höheren Humusgehalt und, bei Vergleich mit dem Paratschernosem, durch den höheren pH-Wert der Lößbraunerde - auch in den entkalkten Horizonten - verständ-

lich. Wie sich der Witterungscharakter des Jahres auf das Bakterienwachstum in den Böden des pannonischen Raumes auswirkt, zeigen die Zahlen aus Wilfersdorf und die Zahlen der Lössbraunerde aus dem Leithagebirge. Die absoluten Zahlen der vergleichbaren Monate wiesen zwar Unterschiede auf, die allgemeine Tendenz der Schwankungen der Bakterienvermehrung war gleich.

Die pseudovergleyten Lockersedimentböden sind wechselfeucht. Es ist aber weder dieser Wasserstau noch die sommerliche Austrocknung derart extrem, daß sie den Wechsel der mikrobiellen Massenentwicklung so stark gestalten können wie im pannonischen Klimabereich. Die Bedingungen des humiden Klimas gewährleisten, zumindest für den größten Teil der Bodenkleinwelt, immer eine noch ausreichende Wasserversorgung. Bodenmikroben sind in diesem Bereich oft viel bescheidener in ihren Ansprüchen als höhere Pflanzen. Die sommerliche Austrocknung begann in diesen Pseudogleyen viel später und reicht meist nicht so tief. Dort, wo der Massenentwicklungsrückgang in den oberen Horizonten der Pseudogleye deutlich wurde, lagen die Keimzahlen im Gegensatz zu den Böden des pannonischen Raumes immer noch weit über den winterlichen Minimalzahlen. Die Bakterienkeimzahlen der Standorte N 1 bis N 3 in der Tab. 3 sind Durchschnittswerte zwischen Maximum und Minimum und entsprechen sowohl dem pH-Wert als auch dem Nährstoffgehalt dieser Böden. Die Proben aus den Ackerflächen bei Wieselburg zeigten, wie stark auch im Pseudogley die Mikrobenvermehrung durch Nährstoffzufuhr gefördert werden kann. Daß der Waldstandort N 2 im Vergleich mit den Wiesenstandorten N 1 und N 3 zeitweise höhere Bakterienkeimzahlen aufwies, könnte durch den höheren Humusgehalt und die entsprechende höhere Feuchtigkeit erklärt werden.

Die zweite große Gruppe unter den pflanzlichen Kleinlebewesen des Bodens sind mikroskopische Pilze, und zwar

Phycomyceten, Ascomyceten und Basidiomyceten aus verschiedensten Familien und Gattungen. Ihre zahlenmäßige und damit massenmäßige Erfassung bietet mehr Schwierigkeiten als die der Bakterien. Auf jenen Agarplatten, wo man die Bakterien leicht zählen kann, bilden sie größere Kolonien, ja sie können sogar die ganze Nährbodenplatte schleierförmig überwuchern. Daher müssen sie möglichst früh gezählt werden. Die mikroskopischen Bodenpilze zeigen in seicht- und tiefgründigen Tschernosemen und Paratschernosemen, wie die Bakterien, einen starken sommerlichen Rückgang ihrer Massenentwicklung. Sogar in tieferen Horizonten, weit unter 50 cm, wo bei Bakterien oft keine deutliche Depression mehr zu beobachten ist, läßt die Pilzentwicklung eine solche erkennen. Die Keimzahlenmaxima der Pilze wurden in den Böden des pannonischen Klimagebietes meist im Mai und Oktober beobachtet. Sie reichten in Ackerböden von 30.000 bis 50.000 pro 1 g Boden, unter Grünland gingen sie über 60.000, unter Umständen sogar über 100.000 hinaus. Die Minimalzahlen für mikroskopische Bodenpilze in diesen Böden bewegten sich zwischen 10.000 und 20.000 pro 1 g Boden. Die Lössbraunerden zeigten maximale Keimzahlen zwischen 50.000 und 70.000; zur Zeit der sommerlichen Austrocknung sanken diese bis fast auf 10.000, was hier bis etwa 40 cm Bodentiefe zu beobachten war. In den Pseudogleyen zeigten die jahreszyklischen Beobachtungen ebenfalls zwei Maxima der Vermehrung der mikroskopischen Bodenpilze. Der Zeitpunkt des ersten Maximums ergab sich allerdings etwas später als im pannonischen Klimagebiet. Das zweite Entwicklungsmaximum ließ sich manchmal nur in den obersten Bereich des Humushorizonts erkennen. Die höchsten Zahlen der Standorte N 1 und N 3 unter Wiese bewegten sich um 80.000, jene von N 2 unter Wald um 150.000 pro 1 g Boden. Die anderen Standorte Dürrwien, Schrems und Wieselburg zeigten Maximalkeimzahlen zwischen 100.000 und 140.000 und Minimalkeimzahlen zwischen 20.000 und 40.000. Allgemein kann zu den Pilzen gesagt wer-

den, daß diese ein sehr humusreiches, eventuell saures und gut durchlüftetes Milieu bevorzugen. Starke Bodenbearbeitung und noch mehr die wirtschaftsbedingte Mineraldüngung führen zu einem Absinken der Pilzkeimzahlen. Die Reduzierung der Pilze kann nicht unbedingt als eindeutiges Positivum gewertet werden. Gerade unter ihnen finden sich viele Arten, die Lignin und andere schwer aufschließbare Pflanzenreste auflösen können.

Die Zahlen der anaeroben Mikroben sind im gut durchlüfteten Boden nur ein kleiner Bruchteil der Gesamtkeimzahlen. Außerdem erweisen sich für diese Organismen die Temperaturen im Boden für eine starke Vermehrung in unseren Breiten meist als zu gering. In Tschernosem und Paratschernosem bewegten sich die maximalen Zahlen für Anaerobionten zwischen 250.000 und 300.000 Keime pro 1 g Boden; im Paratschernosem waren sie meist niedriger als im Tschernosem. Die Entwicklungsmaxima fielen in die Monate Mai und Oktober. Die minimale Keimentwicklung erstreckte sich von Juni bis September, wobei nicht nur die mangelnde Feuchtigkeit, sondern auch die damit bessere Durchlüftung eine entscheidende Rolle spielten. Die minimalen Keimzahlen lagen zwischen 50.000 und 100.000. Die Massentwicklung der Anaerobionten in der Lößbraunerde war sehr ähnlich, der Unterschied lag in einer höheren Minimalkeimzahl bei etwa 140.000 in den Monaten August und September. Die Pseudogleye waren zur Zeit des Tagwasserstaues zwar schlechter durchlüftet als die Böden des pannonischen Klimaraumes, die chemischen Bedingungen und die Temperaturbedingungen zu dieser Zeit boten aber für die Entwicklung der Anaerobionten kaum optimale Verhältnisse. Auch in den Pseudogleyen zeigte die Populationsdichte der Anaerobionten zwei Maxima, von denen sich das zweite nicht sehr deutlich abhob. Maximale Anaerobiontenzahlen waren für Standort N 1 350.000, für Standort N 2 210.000 und für Standort N 3 320.000. Für die anderen

Pseudogleye in Schrems und Dürrwien lagen die maximalen Keimzahlen zwischen 140.000 und 170.000, die Minimalkeimzahlen zwischen 80.000 und 120.000.

Die soeben besprochenen Angaben genügen aber keineswegs zu einer mikrobiologischen Charakterisierung der Böden. Mindestens ebensoviel Aussagekraft hat die Erfassung der sog. physiologischen Gruppen. Als physiologische Gruppen bezeichnet man solche Mikroben, die an der Stoffzersetzung, Stoffumwandlung und an den Mineralstoffkreisläufen im Boden beteiligt sind, so die Mikroorganismen der Zellulosezerersetzung oder jene des Stickstoffkreislaufes. Diese Organismen können natürlich verschiedensten Mikrobengruppen sowohl unter den Bakterien als auch unter den Pilzen angehören. Ihre Massenentwicklung zeigt unabhängig vom Klima in allen Böden zwei Keimzahlmaxima. Eines davon fällt meist in das späte Frühjahr, das andere, oft wesentlich schwächere, in den Herbst. Der Zeitpunkt dieser Vermehrungshöhepunkte scheint in erster Linie durch die Aufarbeitung der Vegetationsrückstände gegeben. Beim ersten Maximum handelt es sich um die vorjährigen Vegetationsreste nach dem Winter, beim zweiten um die Zersetzung der neuen Vegetationsreste des Herbstes. Die maximalen und minimalen Keimzahlen der Zellulosezerersetzer und der Bakterien des Stickstoffkreislaufes sind in den Tabellen 4 und 5 zusammengefaßt.

Bei den Zellulosezeretzern muß immer bedacht werden, daß außer den zahlenmäßig erfaßten Bakterien auch viele Pilze an dieser Aktivität beteiligt sind. Die Leistung dieser mikroskopischen Pilze ist aber mehr an sauren, humusreichen Waldstandorten von Bedeutung; in den Böden des pannonischen Klimagebietes und in neutralen, humusärmeren Böden fällt sie nicht so sehr ins Gewicht. Die Zahlen der Zelluloselösenden Bakterien zeigten einen eindeutigen Rekord im mineralgedüngten, beackerten Tschernosem. Wenn Paratschernosem unter Acker ausreichend gedüngt wurden, dann konnten

ihre Zellulosezerter auch die Maximalzahlen der Tschernoseme erreichen. Die Lößbraunerden unter Wald übertrafen in diesem Bereich zahlenmäßig die Tschernoseme mit natürlicher Vegetation. Die sauren Pseudogleye zeigten keine besonders intensive Zellulosezersetzung. Wurden sie allerdings als Ackerböden entsprechend bearbeitet und gedüngt, kam es auch hier, wie die Keimzahlen zeigen, zu einer verstärkten Zellulosezersetzung.

Die Mikroorganismen des Stickstoffkreislaufes können in ihrer Bedeutung für den Boden, ja für das gesamte Biotop, nicht hoch genug eingeschätzt werden. Als Stickstoffbinder findet sich nur in den neutralen Böden *Azotobacter*, sonst wird die Stickstoffbindung von Clostridien und anderen Mikroben bewältigt. Es sind bis heute noch nicht alle stickstoffbindenden Organismen erfaßt, sonst wären die Stickstoffgewinne saurer Böden nicht zu erklären. Von allen untersuchten Böden wies also nur der Tschernosem *Azotobacter* auf und das in ziemlich hohen Keimzahlen. Mineraldüngung fördert das Wachstum von *Azotobacter*, wobei jedoch schon bei Anwendung der üblichen Stickstoffdüngemengen die Stickstoffbindung durch diesen Organismus stark reduziert oder sogar eingestellt wird. Die übrigen Zahlen der Tabelle für Stickstoffbinder beziehen sich auf Clostridien. Im Paratschernosem kann sich bei entsprechender Kalkung und Düngung *Azotobacter* ansiedeln. Die geringsten Keimzahlen für stickstoffbindende Mikroben fanden sich in den mehr oder weniger sauren Pseudogleyen. Aber auch in diesen Böden sind stickstoffbindende Mikroben tätig, die bisher noch nicht entdeckt bzw. mit den üblichen Methoden nicht erfaßbar sind. Die negative Seite der Stickstoffbilanz wird von jenen Organismen bestimmt, die wir als Denitrifikanten bezeichnen, vgl. Tab. 6. Sie sorgen dafür, daß oft wesentliche Teile des verfügbaren Stickstoffes in Gasform an die Atmosphäre zurückgehen. Auch sie haben, wie die anderen physiologischen Gruppen

zwei Massenentwicklungsmaxima: Eines läßt sich im April, das zweite im Oktober erkennen, zu jenen Zeiten sind die Böden am stärksten mit Wasser gesättigt. Denitrifikanten finden im schlecht durchlüfteten bzw. wassergesättigten Boden das ihnen entsprechende Milieu. Allerdings fehlen die ebenfalls optimalen Temperaturen, die in den Böden unserer Breiten kaum erreicht werden.

Die Zusammenfassung aller Beobachtungen läßt erkennen, daß sich im Tschernosem mehr Denitrifikanten als im Paratschernosem fanden und in der Lößbraunerde etwa so viele Keime dieser Gruppe sind wie im gedüngten Tschernosem. Im Pseudogley waren die Zahlen niedriger als in der Lößbraunerde, obwohl in den tieferen Horizonten zur Zeit des starken Tagwasserstaus anaerobe Verhältnisse herrschten. Die Schuld an der geringeren Denitrifikantenentwicklung liegt bei den niedrigen pH-Werten, dem Fehlen entsprechender Menge organischer Substanz und den schon erwähnten zu tiefen Temperaturen.

Die dritte große Gruppe der Organismen des Stickstoffkreislaufes sind die Nitrifikanten, vgl. Tab. 7. Die höchsten Keimzahlen dieser Gruppe ließen sich in den Tschernosemen beobachten. Bei allen anderen hier behandelten Böden war der pH-Wert für Nitrifikanten nicht hoch genug. Die Lößbraunerde zeigte maximal 30.000, die anderen Böden zwischen 10.000 und 20.000 Keime pro 1 g Boden. Die Nitrifikation ist allgemein nicht so sehr vom Klima als vom pH-Wert und anderen chemischen und physikalischen Eigenschaften abhängig. Vor allem kann man die Stärke ihrer Vermehrung als Indikator für die Durchlüftung des Bodens werten.

Die Ermittlung des Artenbestandes der Mikroben steht an praktischer Bedeutung der Bestimmung der Keimzahlen und der Massenentwicklung bzw. Aktivität der physiologischen Gruppen nicht nach. Die Artbestimmung ist allerdings langwierig, kompliziert und in vielen Fällen den erfahrenen

Spezialisten vorbehalten. Dies gilt besonders für die Bakterien. Unter diesen befinden sich viele Ubiquisten, die weder für den Bodentyp noch für den Klimabereich charakteristisch sind; so z.B. *Bacillus mycoides*, *B. vulgaris*, *B. megatherium*, *B. subtilis*, *Pseudomonas fluorescens* und noch weitere *Pseudomonas*- und *Micrococcus*-Arten. *Azotobacter chroococcum* hingegen kommt nur in neutralen Böden, also bei den hier beobachteten Böden nur im Tschernosem vor. Er fand sich aber auch, wie bereits erwähnt, in beackerten Paratschernosemen, wenn diese genügend mit Kalk gedüngt waren. *Nitrosomonas* und *Nitrobacter* konnten in allen untersuchten Standorten isoliert werden; in den sauren Pseudogleyen waren die beiden Organismen aber nur in geringen Mengen vertreten. Unter den Zellulosezersettern kam *Cellulomonas* in den Böden des pannonischen Gebietes reichlich vor, zeigte aber im Tschernosem die größte Artenzahl. In Pseudogleyen scheint *Cellvibrio* mit mehreren Arten an seine Stelle zu treten. Unter den Denitrifikanten konnten einige *Pseudomonas*-Arten isoliert werden, sonst wurden weder Gattungen noch Arten gefunden, die für bestimmte Böden oder Bodentypengruppen charakteristisch sind. Eine genauere Artenliste von Bakterien wurde schon in einer früheren Untersuchung verschiedener Bodentypen publiziert (W. Loub, 1960). Für die vorliegende Arbeit und ihre Problemstellung würde eine solche Liste der Bakterienformen keine weitere Bereicherung bringen, wenn man von den hier erwähnten Vertretern der physiologischen Gruppen absieht.

Ganz andere Aspekte ergab die artenmäßige Ermittlung der mikroskopischen Bodenpilze. Auch unter ihnen gibt es viele Ubiquisten, wie die Tab. 8 zeigt. Trotzdem bleibt noch eine ganz bedeutende Anzahl von Pilzformen übrig, die einen wesentlichen Beitrag zur mikrobiologischen Charakterisierung der berücksichtigten Böden leisten. Von den mikroskopischen Bodenpilzen wurden nur jene in der Liste er-

faßt, die sich mindestens in mehr als einer Aufsammlung fanden. Daher können diese Listen nicht ganz vollständig sein und nicht die genauen Artenzahlen wiedergeben. Wichtig ist auch die Beobachtung, daß das Artenspektrum der Pilze mit der Jahreszeit wechselt bzw. diese Pilze nur zu bestimmten Zeiten definierbare Fruchtformen bilden.

Der Tschernosem ist in bezug auf Pilze artenreicher als der Paratschernosem. Charakteristisch sind für ihn verschiedene *Aspergillus*-Arten, die allerdings nur den Sommeraspekt der Mycoflora charakterisiert. Durch diese *Aspergilli* und auch noch durch andere Formen erinnert der mikroskopische Pilzbestand an die Mycoflora der Böden des Mittelmeerraumes, eine Erscheinung, die sich auch in xerothermen Rendsina-Standorten des pannonischen Klimabereiches zeigte (W. Loub und G. Haybach, 1967). Von den *Mucor*- und *Cunninghamella*-Arten fanden sich gleiche Formen in anderen pannonischen Böden, besonders im Paratschernosem. Unter den *Penicillien* waren vier Arten, vor allem *Penicillium lilacinum*, für den Tschernosem charakteristisch. Die Pilzflora des Paratschernosems erwies sich bis auf die schon erwähnten Gattungen oder Arten der des Tschernosems als sehr ähnlich. Von den *Aspergillus*-Arten kam allerdings nur einer vor. *Penicillium lilacinum* war relativ selten und wurde oft durch *Paecilomyces lilacinus* vertreten. *Zygorrhynchus*, der in sandigen Böden immer wieder angetroffen wird, gehörte auch zur Mikroflora des Paratschernosems. In bezug auf das Pilzspektrum waren die tiefgründigen Paratschernoseme des Marchfeldes (W. Loub, 1982) den seichtgründigen Paratschernosemen sehr ähnlich. Die Lößbraunerde enthielt viele Pilzarten aus den vorher besprochenen Böden; neu war hier die Isolierung von *Mortierella*-Arten. Diese Gattung ist allerdings mit der größten Artenzahl im Rohhumus der Hochgebirgsböden beheimatet. Als wesentlich wäre zu bemerken, daß im Gegensatz zu den Tschernosemen und Paratschernosemen aus den Lößbraunerden keine *Aspergillus*-Arten definiert wurden. *Chaetonium*-Formen, die sich hier reich-

lich fanden, konnten auch aus anderen humusreichen Horizonten verschiedener Bodentypen isoliert werden. Die untersuchten Pseudogleye zeigten keinen besonders spezifischen Artenbestand an Mikropilzen, *Cunninghamella*, *Aspergillus* u.a. fehlten. *Circinella* scheint in dieser Bodengruppe für saure Waldstandorte charakteristisch. *Zygorrhynchus*, auch im Paratschernosem vorhanden, fand sich in den obersten Bereichen. *Trichoderma* war reichlich vorhanden und zwar besonders in den Waldböden. Von Penicillien gab es eine große Artenzahl, von denen sich besonders im Winter farbstoffausscheidende, wie z.B. *Penicillium chrysogenum*, reichlich entwickelte. *Acrostalagnus* und verschiedene Cephalosporien scheinen Pseudogleye zu bevorzugen. *Gliocladium penicillioides*, das sich im Pseudogley in den obersten Zentimetern im Sommer fand, scheint in allen Böden mit zumindest oberflächlicher sommerlicher Austrocknung vorzukommen. Allgemein kann zur Bodenmycoflora gesagt werden, daß Waldstandorte mit hoher Humusaufgabe meist artenreicher als Grünlandstandorte sind. Die Beackerung und Mineraldüngung hat für die Bodenpilze in erster Linie artenmäßig eine dezimierende Wirkung. Bei ganzjähriger Beobachtung dagegen zeigt sich, daß oft weit mehr als der gesamte Artenbestand der jahreszeitliche Mikropilzaspekt für die Böden charakteristisch ist.

#### 4.2. Ergebnisse der bodenzoologischen Untersuchungen

Bei den vorliegenden Beobachtungen wird in erster Linie die Mesofauna berücksichtigt, da diese bei der Bewältigung der Vegetationsrückstände, bei der Durchmischung des Bodens, am Stoffkreislauf des Bodens und sogar an der Bodendynamik den größten Anteil hat. Die Vorgänge im faunistischen Bereich und im mikrobiellen Bereich lassen sich leider nicht in wünschenswerter Weise parallelisieren. Dies liegt vor allem daran, daß die Bodenkleintiere eine viel längere Entwicklungszeit brauchen und andere Entwicklungszyklen haben

als die Bodenmikroben. Außerdem können Bodenkleintiere wandern und so bis zu einem gewissen Maße der Austrocknung und auch anderen physikalischen und chemischen Veränderungen des Bodens ausweichen. Bei den festsitzenden Mikroben ist dies nicht möglich. Da sich die tierischen Bodenorganismen hauptsächlich von organischem Material ernähren, werden sie durch viele chemische Faktoren des Bodens nur indirekt beeinflusst.

Der größte Teil der Zersetzungstätigkeit in den Humushorizonten wird von Collembolen und den Oribatiden, der größten Gruppe der Bodenmilben, bewältigt. Beim Vergleich der untersuchten Standorte weisen die Zahlen darauf hin (vgl. Tab. 9), daß die Collembolen eher die Waldstandorte bevorzugen. Deshalb fanden sich in der Lößbraunerde und bei Böden des humiden Klimagebietes (im Pseudogley unter Mischwald) die meisten Collembolen, wobei die Maximalzahl in der Lößbraunerde größer war. Der Paratschernosem zeigte höhere maximale Collembolenzahlen als der Tschernosem. Die entsprechenden Zahlen der beiden Pseudogleye unter Wiesen glichen einander.

Die Oribatiden erreichten ihre höchsten Populationsdichten eher im Boden der Grünlandstandorte als im Wald, wobei sich im Paratschernosem unter der Hutweide mehr als zweimal soviel Oribatiden fanden als im Pseudogley unter Wiese im Wienerwald. Diese scheinbare Vorliebe der Oribatiden für das Grünland kommt vielleicht daher, daß sie gegen die Austrocknung resistenter sind als die Collembolen. Im Tschernosem ergaben sich beim Vergleich der Massenentwicklungsmaxima sowohl für Collembolen als auch für Oribatiden die niedrigsten Zahlen. Ein Vergleich des Tschernosems von der Parndorfer Platte mit dem tiefgründigen Tschernosem in Wilfersdorf zeigte Ähnliches, nur waren die Collembolen in dem beackerten Tschernosem von Wilfersdorf in noch geringerer Menge vorhanden als im Tschernosem von der Parndorfer Platte.

R. Gunhold (1953) konnte feststellen, daß die Auswirkungen

des pannonischen Klimas, besonders aber die sommerliche Depression der Massenentwicklung, unter den ökologischen Bedingungen des Ackerbodens verstärkt werden. Diese Massenentwicklungsdepression wurde auch für andere Böden des pannonischen Klimagebietes ebenfalls beobachtet (W. Loub und G. Haybach, 1967).

Die parasitiformen Milben greifen zwar weniger in den Stoffumsatz bzw. in die Umwandlungsprozesse im Boden direkt ein, gehören aber doch zur vollständigen Biozönose. Ihre Populationsdichten waren im Tschernosem am geringsten. In beackerten Tschernosemen lagen ihre Zahlen oft an der Nachweisgrenze. Die höchsten Maximalzahlen bei den vorliegenden Untersuchungen wiesen die Paratschernoseme auf; in den Pseudogleyen waren die Zahlen nur halb so hoch und einander sehr ähnlich. Die ökologischen Bedingungen der Waldstandorte mit Beschattung und größerer Feuchtigkeit schienen die Parasitiden also nicht besonders zu begünstigen.

Von den trombidiformen Milben wurden die höchsten Maximalzahlen in Standort N 1, also einer Wiese auf Pseudogley, gefunden. Die beiden Waldstandorte (N 2 und Z 3) sowie der Pseudogley-Standort N 3 erreichten geringere Besatzdichten dieser Milbengruppe. Die Böden des pannonischen Gebietes waren in dieser Hinsicht einander gleich, trotzdem lagen ihre höchsten Populationsdichten an trombidiformen Milben über denen der Waldstandorte.

Die Enchytraeiden (Würmer), die ebenfalls einen wesentlichen Beitrag bei der Verarbeitung des Bestandesabfalles leisten, bevorzugten die feuchteren Pseudogleystandorte. Im pannonischen Raum zeigten sie nur im ersten Frühjahr eine nennenswerte Massenentwicklung und das sogar in Ackerböden, während sie sich mit zunehmender Austrocknung des Bodens unter Umständen zu einer Minorität entwickeln können. Auch für die Lößbraunerde von Standort Z 3 trifft dies zu.

Die Symphylen, zu den Myriapoden (Tausendfüßler) gehörig, bevorzugen die feuchten Pseudogleystandorte, kommen jedoch ebenso in den Paratschernosemen vor, während in der Lößbraunerde unter Wald bei den Untersuchungen nur bescheidene Mengen dieser Tiergruppe festgestellt werden konnten.

Die Proturen (Urinsekten wie die Collembolen) sind ebenso wie die parasitiformen Milben nicht direkt an den Umwandlungsvorgängen im Boden beteiligt, da sie eine vorwiegend räuberische Lebensweise haben. So dürfte ihre anscheinende Vorliebe für die feuchteren Waldstandorte N2 und Z 3 durch das höchstwahrscheinlich größere Nahrungsangebot durch die entsprechenden Beutetiere bedingt sein. In den Böden des pannonischen Gebietes schien ihr Entwicklungsmaximum eher im ersten Frühjahr zu liegen.

Als Beispiel für die qualitative oder artenmäßige bodenzologische Charakterisierung der Standorte wurde aus den zur Auswahl stehenden Tiergruppen des Bodens die Collembolen ausgewählt, vgl. Tab. 10. Es liegt nun nahe, die Besprechung der Collembolenfauna in drei Gruppen durchzuführen, und zwar erstens jener Formengruppe, deren Arten nur in den pannonischen Standorten gefunden wurden, zweitens jener Gruppe, deren Arten nur in den humiden Pseudogleystandorten gesammelt wurden und drittens jener Gruppe, deren Formen mit entsprechend großer Individuenzahl in allen hier behandelten Standorten zu finden waren. In den pannonischen Biotopen würde man nun in erster Linie Formen erwarten, die die dort herrschenden xerothermen Bedingungen aushalten. Schon der erste Vertreter, *Onychiurus cancellatus*, der durch sein relativ zahlreiches Vorkommen erwähnenswert ist und im Tschernosem und Paratschernosem, aber nicht in der Lößbraunerde gefunden wurde, ist jedoch auch ein Bewohner alpiner Standorte über der Baumgrenze, die eher zu den ständig feuchten gerechnet werden können (G. Haybach, 1971/72 und 1980). Auch das Vorkommen in

Dänemark (A. Palissa, 1964, H. Gisin, 1956) weist darauf hin, daß es keine typisch pannonische Form ist. *Pseudosinella decipiens* kam in allen Böden des pannonischen Klimagebietes (Z 1, Z 2, Z 3) vor; Funde aus Schweden und Spanien zeigen ihre große ökologische Amplitude. Da H. Gisin (1960) das Neusiedlerseegebiet als Ostgrenze ihres Vorkommens angibt, ist auch sie nicht typisch pannonisch. *Hypogastrura succinea* kam ebenfalls in allen drei Böden vor, allerdings in der Lößbraunerde in geringerer Populationsdichte. Ihre ökologischen Ansprüche lassen sich nicht genau abgrenzen, da sie in verschiedenen Biotopen des südlichen Mitteleuropas gefunden wurde. Jedenfalls zeigt sich, daß sie die xerothermen Bedingungen der pannonischen Standorte ziemlich gut verträgt. *Isotomodes productus* wird meist als ein Bewohner tieferer Bodenschichten angesehen. Auch er fand sich in allen drei pannonischen Standorten, jedoch in der Lößbraunerde in nicht sehr großen Mengen. *Isotoma thermophila* konnte nur im Paratschernosem beobachtet werden. Sie wird als typischer Humusbewohner angesehen und ihr Vorkommen in Jugoslawien, Afrika, Australien und auf Madeira unterstreicht die Resistenz gegen Hitze und Trockenheit. *Onychiurus pannonicus*, bis jetzt nur aus xerothermen Rendsina-Standorten des südlichen Wienerwaldes (W. Loub und G. Haybach, 1967, G. Haybach, 1960) bekannt, fand sich reichlich im Paratschernosem und in der Lößbraunerde, wenn auch nur in einzelnen Aufsammlungen. Im Tschernosem fehlte sie gänzlich. Diese Art könnte vielleicht als Zeigerart für das pannonische Gebiet herangezogen werden. *Folsomia nana* - bisher eigentlich für Gebirgsstandorte als typisch angesehen - kam unter den erfaßten Standorten nur in der Lößbraunerde vor, ist jedoch durch ihre relativ große Anzahl erwähnenswert.

Als Beispiel für die zweite Gruppe der Collembolen, die in der Artenliste der pannonischen Standorte fehlen und nur in den Pseudogleyen des humiden Bereiches gefunden wurden,

mögen folgende Arten dienen. Auch diese wurden wegen ihrer größeren Anzahl oder wegen ihres öfteren Vorkommens in den Aufsammlungen herausgegriffen. *Lepidocyrtus cyaneus*, ein häufiger Bewohner gedüngter Wiesen und Äcker, fand sich in allen drei Pseudogleystandorten (N 1 bis N 3). *Folsomia multiseta* konnte nur im Buchenmischwald beobachtet werden. Ihre Verbreitung über Mitteleuropa und Italien bis in den Kaukasus weist auf einen weiten ökologischen Bereich hin. Nach H. Gisin (1960) dürfte sie wärmere Standorte bevorzugen. *Pseudosinella wahlgreni* wurde ebenfalls nur im Buchenmischwald (N 2) gefunden. Fundberichte aus Südpolen, Ungarn, Spanien und Ägypten weisen aber darauf hin, daß sie nicht unbedingt feuchtkühleres Klima braucht. Noch eine dritte Art kam nur in dem genannten Buchenmischwald vor und zwar *Tomocerus minutus*. In der Literatur bezeichnet man ihn vielfach als arktisch und subarktisch; dem entsprechen auch Fundberichte aus Lappland und solche aus den Alpen und Karpaten.

Wie die Tab. 10 zeigt, ist eine große Anzahl von Arten in allen oder in einigen Standorten beider Klimabereiche in genügend großer Populationsdichte zu finden. *Tullbergia krausbaueri* kam z.B. im Pseudogley-Standort N 1 und im Paratschernosem Z 2 vor. Dies entspricht den bisherigen Berichten ihres Vorkommens in Grünlandböden. Als typisch euedaphischer Bewohner der unteren Bodenschichten bekannt, fand sie sich jedoch in den vorliegenden Aufsammlungen vornehmlich in den obersten Zentimetern beider Standorte. *Isotoma notabilis*, eine typische Bewohnerin der Humusböden, ließ sich in allen behandelten Standorten feststellen; ihr Vorkommen wird sowohl von Tiefland- als auch von Gebirgsstandorten (G. Haybach, 1971/72) gemeldet. Auch *Folsomia 4-oculata* fand sich in allen beobachteten Böden, außer im Tschernosem. Sie ist auch im Gebirge anzutreffen und wird als holarktische Form bezeichnet. *Isotomiella minor* fehlte in den beiden Wiesenstandorten auf Pseudogley und war im Tschernosem

und Paratschernosem relativ spärlich vertreten. Nach verschiedenen Untersuchungen scheint sie Waldstandorte zu bevorzugen; ihre größere Anzahl in N 2 deutet auch darauf hin. Ihr Vorkommen in xerothermen Rendsinen des pannonischen Klimaraumes (W. Loub und G. Haybach, 1967) könnte auch als Beweis für ihre Vorliebe für humusreiche Böden gelten.

*Onychiurus armatus*, ein typischer Vertreter der Ubiquisten, scheint in den Artenlisten aller hier untersuchten Standorte auf. Um das Bild abzurunden, sei als letzter Vertreter der als euryök bezeichneten Arten noch *Lepidocyrtus lanuginosus* genannt. Obwohl er eine Form des Atmobios ist, fehlte er in den Wiesenstandorten auf Pseudogley vollkommen, fand sich jedoch in den Aufsammlungen im pannonischen Raum, bevorzugt im Paratschernosem. Auch in den xerothermen pannonischen Standorten des südlichen Wienerwaldes zeigte er sich.

Laut H. Gisin (1960) ist er über ganz Europa verbreitet.

Aus diesem Artenvergleich der Collembolen ergeben sich also keine dem Bodentyp entsprechenden soziologischen Einheiten. Zum Teil ist das schon aus den am Anfang dieses Abschnittes geschilderten Bedingungen zu erklären. Berücksichtigt man nun die Vegetation, so zeigt sich, daß viele Formen dieser Tiergruppe die Waldstandorte bevorzugen. Wirtschaftsbedingte Eingriffe lassen das Fehlen der ökologisch ausgleichenden Wirkung im baumfreien Boden noch stärker hervortreten. Außerdem scheint es für die pannonischen Standorte typisch, daß die oben genannte Wirkung im Bereich der Bodenzooenose in Extreme gesteigert werden kann. Eine Charakterisierung dieses Umstandes durch bestimmte Collembolengemeinschaften ist bisher noch nicht zufriedenstellend möglich.

## 5. Diskussion

Böden mit gleichem Ausgangsmaterial entwickeln sich unter verschiedenen Klimabedingungen unterschiedlich. Auch die

Entwicklung der Bodenlebewesen entspricht dem entstandenen Bodentyp. Die Böden im pannonischen Klimaraum sind von leichterem Bodenart und dem Klima entsprechend trockener. Charakteristisch für die Mesofauna und Mikroflora der Böden des pannonischen Klimagebietes ist eine sommerliche Depression der Massenentwicklung. Diese Beobachtung wurde nicht nur in den sechs "Hauptstandorten", sondern auch an anderen Vergleichsstandorten gemacht. In den Lockersedimentböden des humiden Gebietes, den Pseudogleyen, ist die sommerliche Austrocknung und damit der Rückgang der Massenentwicklung wesentlich schwächer. Die zwei Maxima der Massenentwicklung sind meist im Mai und, in schwächerem Ausmaß, im Oktober zu beobachten. Auch die sog. physiologischen Gruppen der Bodenmikroben zeigen zwei solcher Entwicklungsmaxima, die allerdings nicht vom Wasserhaushalt des Bodens abhängig sind. Die Stärke der Austrocknung und ihre Auswirkung auf das Bodenleben ist bei den drei pannonischen Standorten je nach Bodentyp verschieden. Bei den drei Standorten des humiden Bereiches liegt im wesentlichen nur ein Bodentyp in drei Varianten vor. Hier spielt die Auswirkung der Bewaldung auf das Bodenleben in einigen Bereichen eine entscheidende Rolle. Von den Standortsfaktoren dürften für die Massenentwicklung die Faktoren Wasser und Temperatur entscheidend sein. Bei den Bodenmikroben ist natürlich der Chemismus fast ebenso wichtig; für die Bodenfauna hat er nur mehr oder weniger direkte Wirkung. Die physiologischen Gruppen sind von den chemischen Bedingungen, besonders vom pH-Wert, Kalkgehalt und den Nährstoffverhältnissen sehr stark abhängig. Ein Ansteigen der entsprechenden Werte bewirkt bei genügender Wasserversorgung eine Vermehrung der Organismen der physiologischen Gruppen, besonders von Stickstoffbindern, Nitrifikanten und Zellulosezersetzern. Die soeben genannten Faktoren gestalten auch das Artenspektrum der Bodenmikroben. In diesem Bereich wurden die Pilze genauer untersucht. In den Böden des pannonischen Klimagebietes finden sich viele Formen,

die sogar an die Mikroflora der mediterranen Böden erinnern. Ganz deutlich kommt neben den Klimabedingungen hier der maßgebliche Einfluß der chemischen Bodeneigenschaften zum Ausdruck. Die jahreszyklische Untersuchung der Böden zeigt verschiedene, jahreszeitlich bedingte Aspekte der Mikroflora, sowohl in den pannonischen als auch in den humiden Standorten. In den relativ sauren Pseudogleyen entwickeln sich Pilzaspekte, die auch für saure Braunerden typisch sein können.

Wenn die Bodenfauna bzw. Mesofauna des Bodens den durch Klima und Bodentyp gegebenen Schwankungen der ökologischen Bedingungen in der Massenentwicklung der Gesamtf fauna und einzelner Gruppen nicht so folgt wie die Mikroflora, liegt das daran, daß die Tiere andere und oft längere Entwicklungszyklen haben als die Mikroben. pH-Wert, Kalkgehalt und Nährstoffverhältnisse spielen für die Mikroben eine bedeutende Rolle, auf die Bodentiere wirken sie sich nicht oder nur indirekt aus. Für die Entwicklung der Bodenfauna sind die Vegetation und ihre Rückstände von entscheidender Bedeutung. Unter den Tiergruppen bevorzugten die Collembolen die feuchteren Standorte, sodaß in den humiden Pseudogleystandorten und in der Lößbraunerde unter Wald im pannonischen Bereich mehr Collembolen waren als in den Tschernosemen und Paratschernosemen. Bei gleichen Bodentypen dürfte ihnen jeweils der Waldstandort besser entsprechen. Von den Milben scheinen die Oribatiden die Grünlandstandorte gegenüber dem Wald zu bevorzugen. Beackerung und andere Wirtschaftsmaßnahmen reduzieren die Bodenfauna ganz allgemein. Eine ökologische Charakterisierung der Biotope durch artenmäßige Zusammensetzung der Bodenmesofauna ist sehr schwierig. Vielfach wird das Bild durch horizontale und vertikale Wanderung der Tiere verwischt. Auch bleibt bei diesen Bemühungen oft die große Differenz zwischen Großbiotop und Mikrostandort unberücksichtigt. Wenn wir im pannonischen Klimagebiet auch bei den Collembolen gerne

nach xeroresistenten Arten suchen, so kann diese Xeroresistenz durch ein Abwandern der Tiere in tiefere Horizonte oder in noch feucht gebliebene Winkel vorgetäuscht werden. Vergleiche mit seichtgründigen Standorten im pannonischen Klimaraum lassen aber auch hier gewisse Gruppen trockenresistenter Formen erkennen.

Tabelle 1: Chemische und physikalische Daten der untersuchten Standorte

Standort	Horizont	pH	Humus %	Kalk %	K	P	Rohton %	Schluff %
					Pflanzenver- fügbar			
Z 1	A <sub>h</sub>	7,5	5,0	1-15 LÖB:42	+	(+)	16 (21)	18 (33)
Z 2	A <sub>h</sub>	6,6	4,3	-	(+)	(+)	13 (7)	14 (6)
Z 3	A <sub>h</sub>	6,5	3,8	- LÖB:47	(+)	(+)	23 (27)	28 (27)
N 1	A <sub>h</sub>	6,8	4,5	- LÖB:47	+++	+	25	-
N 2	A <sub>h</sub>	5,9	4,2	- LÖB:27	++	(+)	24	-
N 3	A <sub>h</sub>	7,2	3,6	- LÖB:27	++	(+)	21	-

K und P: +++ sehr gut versorgt, ++ gut versorgt, + mäßig versorgt, (+) bedürftig, Rohton und Schluff: ( ) = tiefere Horizonte

Tabelle 2: Chemische Daten der Vergleichsstandorte

	pH	Kalk %	Humus %
<u>Tschernoseme</u>			
Zitzmannsdorf	7-7,5	2	4,5
Wilfersdorf	7-7,5	1,5-10	2,5
Marchfeld	7-7,5	1,0-12	2,2-2,8
<u>Paratschernoseme</u>			
Parndorf	5,6	0	3,9
Marchegg	4-5,4	0	2,0-2,5
<u>Lößbraunerden</u>			
Leithagebirge	6,0	0	15
Hainburger Berge	6,1	0	16
<u>Pseudogleye</u>			
Dürrwien, Wiese	4,8	0	5
Dürrwien, Laubmischwald	4,8	0	10
Schrems	5,0	0	8,1
Wieselburg	6,5	0	3
Steinakirchen, Acker	7,0	0	3,4
Steinakirchen, Mähwiese	5,2	0	7,8
Steinakirchen, Fichtenwald	4,6	0	12
Machland, Mähwiese	5,4	0	7,7
Machland, Acker	5,3	0	4,5

Tabelle 3: Bakterienkeimzahlen (in Mio.) pro 1 g Boden  
(Platten, Erdextrakt-Agar) der Standorte  
Z 1 - Z 3 und N 1 - N 3 zur Zeit der Entnahme  
der Proben für die Bodenzöologie und Vergleich  
mit charakteristischen Zahlen anderer Standorte

Standort und Jahr	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Tschernoseme										
Z 1 1970			Max <sub>1</sub>	4,0						4,0
1971		20	22		6,5					
1972				5,0						
Zitzmannsdorf		6	12	10	3	2	5	10		
			Max <sub>1</sub>					Max <sub>2</sub>		
Wilfersdorf a	8	8	25	6	6	-	10	18	10	
Wilfersdorf b			35-40					16		
Marchfeld, seicht- gründig, 1982			Max <sub>1</sub>							
Marchfeld, tief- gründig, 1982			18-22							
			Max <sub>1</sub>							
			20-30							
			Max <sub>1</sub>							
Paratschernoseme										
Z 2 1970				4,2						4,0
1971		20	22		4,5					
1972				5,0						
Parndorf, Wiese	2	4	6	2,5	2,5		3,5	4	1,5	
Parndorf, Acker	2	10	22	10	8		12	10	2	
Marchfeld, tiefgrün- dige Wiese, 1982			3,6							
			Max <sub>1</sub>							
Marchfeld, seichtgrün- dige Wiese			5,0							
			Max <sub>1</sub>							
Marchfeld, seichtgrün- diger Acker			18							
			Max <sub>1</sub>							

Max<sub>1</sub> und Max<sub>2</sub> bedeuten: Massenentwicklungsmaxima

Tabelle 3: Bakterienkeimzahlen (Fortsetzung)

Standort und Jahr	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<b>Lößbraunerden</b>										
Z 3 1970		-	-	-	-					4,0
1971		6,8	11	-	6,5					-
1972		-	-	4,5	-					-
Leithagebirge		2,8	7,0	-	3,5		2,1	49		
Hainburg		3	9	5	-		-	-		
<b>Pseudogleye</b>										
N 1 1971			3,8		4,0					
N 2 1971			4,5		4,8					
N 3 1971			3,8		4,5					
N 1 1972					3,2					
N 2 1972					4,2					
N 3 1972					6,0					
Dürrwien, Wiese	-	1,8	4,8	6,0	4,0	4,0	6,0	4,5	3,0	
Schrems, Wiese	1,8	2,0	3,2	3,6	2,8	2,8	3,2	3,2	2,0	
Wieselburg, Acker	-	10	14	28	22	-	8	12	8	
Steinakirchen, Wald, 1981					3,5					
Steinakirchen, Wiese, 1981					4,2					
Steinakirchen, Acker, 1981					8,5-14					
Steinakirchen, Wald, 1980					3,5					
Steinakirchen, Wiese, 1980					4,0					
Steinakirchen, Acker, 1980					7,0-12					
Machland, Wiese 1, 1980			10,5							
Machland, Wiese 2, 1980			12,0							

Tabelle 4: Physiologische Gruppen I

A. Zellulosezer-setzer, Keime pro 1 g Boden  
aerobe Bakterien

Standort	Max.	Min.
<b>Tschernoseme</b>		
Zurndorf, Z 1	2.800	1.500
Zitzmannsdorf	2.000	250
Wilfersdorf, Acker	6.000	1.000
<b>Paratschernoseme</b>		
Zurndorf, Z 2	2.500	440
Parndorf, Wiese	1.500	300
Parndorf, Acker	6.000	1.000
Marchfeld	1.000-2.000	350-500
<b>Lößbraunerden</b>		
Zurndorf, Z 3	2.000	900
Leithagebirge	3.600	1.200
Hainburg	3.000	1.000
<b>Pseudogleye</b>		
Neulengbach, Wiese, N 1	1.200	650
Neulengbach, Wald, N 2	1.200	600
Neulengbach, Wiese, N 3	3.550	700
Dürrwien, Wiese	1.600	500
Schrems, Wiese	1.000	150
Wieselburg, Acker	4.800	1.000

Tabelle 5: Physiologische Gruppen II

## B. Freilebende Stickstoffbinder, Keime pro 1 g Boden

Standort	Azotobacter		Clostridium	
	Max.	Min.	Max.	Min.
<b>Tschernoseme</b>				
Z 1	600.000	100.000		
Zitzmansdorf	500.000	100.000		
Wilfersdorf, Acker	2,000.000	100.000		
<b>Paratschernoseme</b>				
Z 2			100.000	20.000
Parndorf, Wiese			100.000	20.000
Parndorf, Acker	5.000		500.000	20.000
<b>Lößbraunerden</b>				
Z 3			500.000	50.000
Hainburg			500.000	50.000
<b>Pseudogleye</b>				
Z 1			50.000	20.000
Z 2			50.000	20.000
Z 3			60.000	20.000
Dürrwien			50.000	20.000
Wieselburg, Acker			500.000	50.000

Tabelle 6: Physiologische Gruppen III

Č. Denitrifikanten, Keime pro 1 g Boden

Standort	Max.	Min.
<b>Tschernoseme</b>		
Z 1	200.000	50.000
Zitzmannsdorf	300.000	80.000
Wilfersdorf	1,000.000	300.000
<b>Paratschernoseme</b>		
Z 2	200.000	50.000
Parndorf, Wiese	200.000	50.000
Parndorf, Acker	500.000	100.000
<b>Lößbraunerden</b>		
Z 3	1,000.000	100.000
Leithagebirge	1,000.000	500.000
<b>Pseudogleye</b>		
N 1	400.000	100.000
N 2	400.000	100.000
N 3	500.000	100.000
Dürrwien	500.000	100.000
Schrems	400.000	100.000
Wieselburg, Acker	700.000	100.000

Tabelle 7: Physiologische Gruppen IV

## D. Nitrifikanten, Keime pro 1 g Boden

Standort	Max.	Min.
<b>Tschernoseme</b>		
Z 1	80.000	100 (500)
Zitzmannsdorf	80.000	100 (500)
Wilfersdorf, Acker	100.000	1.000
<b>Paratschernoseme</b>		
Z 2	10.000	100
Parndorf	10.000	100
<b>Lößbraunerden</b>		
Z 3	30.000	1.000
Hainburg	30.000	1.000
<b>Pseudogleye</b>		
N 1	20.000	1.000
N 2	10.000	100
N 3	20.000	100
Dürrwien	20.000	1.000

Tabelle 8: Artenlisten Pilze

Standort	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<i>Rhizopus nigricans</i>	+	+	+	+													
<i>Phycomyces nitens</i>	+	+	+	+													
<i>Circinella tenella</i>									+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Mucor racemosus</i> f. <i>sphaerosporus</i>					+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Mucor</i> ( <i>Mortierella</i> ) <i>Ramanianus</i>									+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Mucor racemosus</i>	+	+	+	+			+	+	+	+							
<i>Mucor ambiguus</i>					+			+	+	+							
<i>Mucor luteus</i>	+										+						
<i>Mucor hiemalis</i>								+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Mucor hiemalis</i> f. <i>silvaticus</i>								+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Mucor spinosus</i>	+																
<i>Mucor hiemalis</i> f. <i>corticola</i>	+							+		+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Mucor flavus</i>	+							+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Mucor attenuatus</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+								
<i>Mucor mucedo</i>	+	+	+	+												+	
<i>Mucor rufescens</i>	+	+	+	+	+	+	+										
<i>Zygonhynchus Moelleri</i>									+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Mortierella pusilla</i>											+	+	+	+			+







Tabelle 8: Artenlisten Pilze (Fortsetzung)

Standort	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<i>Sepedonium chrysosepium</i>												+	+				+
<i>Verticillium</i> sp. 1										+		+	+				+
<i>Verticillium chlamydo-</i> <i>sporium</i>	+			+													
<i>Acrostagmus albus</i> ( <i>Verticillium album</i> )	+			+													
<i>Acrostagmus cinnabarinus</i>									+			+	+			+	+
( <i>Nectria inventa</i> - <i>Verticillium tenerum</i> )																	
<i>Chaetomium spirale</i>					+	+	+	+	+	+	+	+	+		+		+
<i>Chaetomium fimeti</i>	+	+	+	+			+										
<i>Chaetomella horrida</i>	+			+													
<i>Neonectria</i> sp.	+	+	+	+													
<i>Humicola</i> sp.					+	+	+										
<i>Melanospora</i> sp.					+												
<i>Sporormia</i> sp.					+	+	+										
<i>Geotrichum candidum</i> var. <i>roseum</i>	+			+						+	+	+	+		+		+
<i>Monilia pruinosa</i>	+	+		+													
<i>Cephalosporium curtipes</i>	+	+	+	+	+	+	+										
<i>Cephalosporium acremonium</i>										+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cephalosporium humicola</i>										+	+	+	+				+

Tabelle 8: Artenlisten Pilze (Fortsetzung)

Standort	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
<i>Stemphylium botryosum</i>											+						+
<i>Alternaria tenuis</i>													+				+
<i>Alternaria humicola</i>								+	+								

Bezeichnung der Standorte

Tschernoseme	Lößbraunerden
1 Zurndorf, Z 1	8 Zurndorf, Z 3
2 Marchfeld, mehrere Standorte	9 Leithagebirge und Hainburger Berge
3 Wilfersdorf	
4 Zitzmannsdorf	Pseudogleye
Paratschernoseme	
5 Zurndorf, Z 2	10 Neulengbach, N 1
6 Parndorf	11 Neulengbach, N 2
	12 Neulengbach, N 3
	13 Dürrwien, Wiese
7 Marchfeld, mehrere Standorte	14 Schrems, Wiese
	15 Wieselburg und Steinakirchen
	16 Machland
	17 Dürrwien, Mischwald



Tabelle 9: Bodenmesofauna (Fortsetzung)

Standort	N 1	N 1	N 1	N 2	N 2	N 2	N 2	N 3	N 3	N 3
Monat, Jahr	V,71	VII,71	VII,72	V,71	VII,71	VII,72	V,71	VII,71	VII,71	VII,72
Collembola	53/34	5/8	82/85	171/210	75/69	62/105	86/259	22/25	5/17	
Oribatiden	194/46	17	38/13	54/5	5/3	13/1	153/20	7	4/2	
Parasitiformes	23/36	37	23/40	45/32	38/22	11/4	40/39	31	4/6	
Trombidiformes	29		1	15		3	4			
Insekten, allg.	1			3			1			
Protura				10	20	37	1	18		
Enchytraeiden	11	18	17	26	7	2	9	10	3	
Chilopoda	1			3	1	3	-/2			
Diplopoda				1	1					
Symphylae	4	2	1	1	6	18	6	36	5	
Pauropoda						1		1		
Spinnen	1			2				-/22		
Coleoptera	1			1			1			
Ameisen	1	50	1	1				49		
Aphida		15	-/5				-/1			
Campodea		1								
Wanzen										
Schnecken				1				-/2	-/2	
Thripse					6			2		
Asseln								1		
Larven	10	3	5	14	14	184	9	12	16	

Die Zahlen bedeuten: adulte/juvenile

Tabelle 10: Collembolen

Standort	Z 1	Z 1	Z 1	Z 1	Z 1
Monat, Jahr	VI,70	VI,70	V,71	VII,71	VI,72
	0-4 cm	6-10 cm			
<i>Tullbergia krausbaueri</i> (Börner)	3				-/4
<i>Isotoma notabilis</i> Schäffer	20/73	3/4	1	-/2	3/33
<i>Sminthurinus aureus</i> v. <i>signata</i> Krausbauer		1 ♀			
<i>Orchesella</i> sp.		2/1			
<i>Isotoma viridis</i> Bourlet		8/2			
<i>Cyphoderus albinus</i> Nicolet			1		
<i>Onychiurus armatus</i> (Tullb.) Gisin	11/12	13			
<i>Isotomina bipunctata</i> (Axelson)	1				
<i>Isotomiella minor</i> (Schäffer)	12/10	1			
<i>Folsomia 4-oculata</i> (Tullberg)	4/67				
<i>Onychiurus cancellatus</i> Gisin	48/17	8/2	5/5	17/4	2
<i>Pseudosinella alba</i> (Packard)	1		1		
<i>Tomocerus minutus</i> Tullberg	-/1				
<i>Lepidocyrtus lanuginosus</i> (Gmelin)	1		-/1		
<i>Pseudachorutes parvulus</i> Börner	5/12		-/1		
<i>Onychiurus</i> sp.sp.	9/171	4/2			
<i>Onychiurus</i> cf. <i>subuliginatus</i> Gisin	1				
<i>Neanura conjuncta</i> (Stach)	2				
<i>Pseudosinella decipiens</i> Denis	1	1	1		
<i>Lepidocyrtus violaceus</i> Lubbock	1/1				
<i>Oncopodura</i> cf. <i>crassicornis</i> Shoebbotham	-/1				
<i>Hypogastrura succinea</i> Gisin			-/10	1	3/23
<i>Entomobrya</i> sp.			-/1	-/3	
<i>Isotomodes productus</i> (Axelson)			2	17/1	

Die Zahlen bedeuten: adulte/juvenile

Tabelle 10: Collembolen (Fortsetzung)

Standort	Z 2	Z 2	Z 2	Z 2	Z 2
Monat, Jahr	VI, 70	XII, 70	V, 71	VII, 71	VI, 72
<i>Tullbergia krausbaueri</i> (Börner)		34			
<i>Isotoma notabilis</i> Schäffer		4/35	-/2	1	-/2
<i>Isotoma viridis</i> Bourlet			1/1		
<i>Cyphoderus albinus</i> Nicolet			1	-/2	
<i>Onychiurus armatus</i> (Tullb.) Gisin		9	9/29	12/1	
<i>Isotomiella minor</i> (Schäffer)		5/13			
<i>Folsomia 4-oculata</i> (Tullberg)		46/204			
<i>Onychiurus cancellatus</i> Gisin	3/3		3/13	3	
<i>Pseudosinella alba</i> (Packard)		6	4		
<i>Pseudosinella wahlgreni</i> (Börner)			1		
<i>Lepidocyrtus lanuginosus</i> (Gmelin)		7/2	1/12		
<i>Arrhopalites acanthophthalmus</i> Gisin				1 ♀	
<i>Tullbergia affinis</i> Börner			1		1
<i>Orchesella multifasciata</i> Stscherbakow			-/2		
<i>Pseudosinella decipiens</i> Denis			3		
<i>Lepidocyrtus violaceus</i> Lubbock		4/5			
<i>Hypogastrura succinea</i> Gisin			-/15	-/2	2/14
<i>Entomobrya</i> sp.					-/1
<i>Isotomodes productus</i> (Axelson)			27	9	6/35
<i>Isotomina thermophila</i> (Axelson)	6/6				
<i>Tullbergia duboscqi</i> Denis		1			
<i>Brachystomella parvula</i> (Schäffer)			6		
<i>Sminthurus</i> sp.			1		
<i>Onychiurus pannonicus</i> Haybach					50/17

---

Die Zahlen bedeuten: adulte/juvenile

Tabelle 10: Collembolen (Fortsetzung)

Standort	Z 3	Z 3	Z 3	Z 3
Monat, Jahr	VI,70	V,71	VII,71	VI,72
<i>Tullbergia krausbaueri</i> (Börner)				2
<i>Isotoma notabilis</i> (Schäffer)		34/16	-/24	24/86
<i>Lepidocyrtus cyaneus</i> Tullberg				-/1
<i>Orchesella</i> sp.	-/1		-/1	
<i>Isotoma viridis</i> Bourlet				-/1
<i>Onychiurus armatus</i> (Tullb.) Gisin	5/11	10	16/12	5/4
<i>Isotomiella minor</i> (Schäffer)		1	1/4	5
<i>Folsomia 4-oculata</i> (Tullberg)		84/597		
<i>Pseudosinella alba</i> (Packard)		16/1	7/24	10/14
<i>Lepidocyrtus lanuginosus</i> (Gmelin)	-/6	-/8		
<i>Neelus minimus</i> Willem		1		1
<i>Arrhopalites caecus</i> (Tullberg)		2		
<i>Tullbergia affinis</i> Börner				1
<i>Folsomia nana</i> Gisin			1/66	22/197
<i>Neanura conjuncta</i> (Stach)		1		
<i>Pseudosinella decipiens</i> Denis	1			
<i>Hypogastrura succinea</i> Gisin	-/2			
<i>Isotomodes productus</i> (Axelson)	1			
<i>Brachystomella parvula</i> (Schäffer)	5/3			
<i>Onychiurus pannonicus</i> Haybach				5/2
<i>Anurida pygmaea</i> (Börner)	1			
<i>Isotoma violacea</i> Tullberg		8		
<i>Hypogastrura</i> sp.		-/3		
<i>Tomocerus</i> sp.		-/4		
<i>Onychiurus variabilis</i> Stach		2		
<i>Tomocerus flavescens</i> (Tullberg)			-/1	
<i>Seira domestica</i> (Nicolet)			1	
<i>Tullbergia ramicuspis</i> Gisin				1

Die Zahlen bedeuten: adulte/juvenile

Tabelle 10: Collembolen (Fortsetzung)

Standort	N 1	N 1	N 1
Monat, Jahr	V,71	VII,71	VII,72
<i>Isotomurus palustris</i> (Müller)	6/19		-/8
<i>Tullbergia krausbaueri</i> (Börner)	29	3	28
<i>Anurida pygmaea</i> (Börner)	-/2		
<i>Entomobrya multifasciata</i> (Tullberg)	2/1		
<i>Isotoma notabilis</i> Schäffer	4/5		9/31
<i>Sminth'inus aureus</i> v. <i>ochropus</i> Reuter	1 ♀		
<i>Sminth'inus aureus</i> v. <i>signata</i> Krausbauer	1/2		
<i>Sminthurides pumilis</i> (Krausbauer)	7/4		
<i>Tullbergia 4-spina</i> (Börner)	1		
<i>Isotomina pontica</i> (Stach)	1		2/9
<i>Lepidocyrtus cyaneus</i> Tullberg	-/1	-/4	2/2
<i>Orchesella</i> sp.	1		-/4
<i>Onychiurus pseudostachianus</i> Gisin		1	
<i>Isotoma viridis</i> Bourlet		-/4	-/1
<i>Cyphoderus albinus</i> Nicolet		1	4/7
<i>Onychiurus armatus</i> (Tullb.) Gisin			16/23
<i>Isotomina bipunctata</i> (Axelson)			26

---

Die Zahlen bedeuten: adulte/juvenile

Tabelle 10: Collembolen (Fortsetzung)

Standort	N 2	N 2	N 2
Monat, Jahr	V,71	VII,71	VII,72
<i>Tullbergia krausbaueri</i> (Börner)	3		
<i>Isotoma notabilis</i> Schäffer	8/17	5/12	1/5
<i>Lepidocyrtus cyaneus</i> Tullberg		8/13	7/10
<i>Onychiurus armatus</i> (Tullb.) Gisin	13/2	9/5	10/18
<i>Folsomia multisetata</i> Stach	53/70	7/5	11/23
<i>Isotomiella minor</i> (Schäffer)	17/33	5/10	2/12
<i>Folsomia 4-oculata</i> (Tullberg)	25/43	10/5	2/13
<i>Onychiurus pseudogranulosus</i> Gisin	3/11		
<i>Onychiurus cancellatus</i> Gisin	1		
<i>Pseudosinella alba</i> (Packard)	10	9/4	7
<i>Pseudosinella wahlgreni</i> (Börner)	8/11	7/4	
<i>Neanura aurantiaca</i> Caroli	1		
<i>Isotomurus palustris</i> f. <i>fucicola</i> (Müller)	1		
<i>Tomocerus minutus</i> Tullberg	3/12	8/4	13/8
<i>Lepidocyrtus lanuginosus</i> (Gmelin)	2/3	-/4	
<i>Lepidocyrtus curvicollis</i> Bourlet	1		
<i>Sminthurus lubbocki</i> Tullberg	-/2	3	
<i>Sminthurinus aureus</i> (Lubbock)	3		
<i>Arrhopalites acanthophthalmus</i> Gisin	4/6		
<i>Neelus minimus</i> Willem	15		
<i>Arrhopalites caecus</i> (Tullberg)		-/2	
<i>Onychiurus fimetarius</i> Denis		4/1	
<i>Pseudosinella ksenemani</i> Gisin			3
<i>Arrhopalites pygmaeus</i> (Wankel)			1
<i>Tullbergia affinis</i> Börner			3/1
<i>Onychiurus</i> sp.			2/15

Die Zahlen bedeuten: adulte/juvenile

Tabelle 10: Collembolen (Fortsetzung)

Standort	N 3	N 3	N 3
Monat, Jahr	V,71	VII,71	VII,72
<i>Tullbergia krausbaueri</i> (Börner)		1	
<i>Isotoma notabilis</i> Schäffer	6/95	-/18	-/1
<i>Tullbergia 4-spina</i> (Börner)	3		
<i>Lepidocyrtus cyaneus</i> Tullberg	49/20	1/6	
<i>Isotoma viridis</i> Bourlet	-/64		
<i>Onychiurus armatus</i> (Tullb.) Gisin	8	11	1
<i>Folsomia multiseta</i> Stach			-/1
<i>Folsomia 4-oculata</i> (Tullberg)	8/53	1	-/1
<i>Tomocerus minutus</i> Tullberg			-/2
<i>Sminthurinus aureus</i> (Lubbock)	3/2		
<i>Neelus minimus</i> Willem		3	
<i>Tullbergia affinis</i> Börner	-/1	3	
<i>Lepidocyrtus paradoxus</i> Uzel	2		
<i>Sminthurides pumilis</i> (Krausbauer)	2		
<i>Pseudoachorutes parvulus</i> Börner	3/1		
<i>Orchesella multifasciata</i> Stscherbakow	2/23		
<i>Cyphoderus bidenticulatus</i> (Parona)		1/1	
<i>Onychiurus</i> cf. <i>prolatus</i> Gisin		1	
<i>Friesea mirabilis</i> v. <i>reducta</i> Stach			3
<i>Isotoma olivacea</i> v. <i>stachi</i> Denis			-/12

Die Zahlen bedeuten: adulte/juvenile

## 7. Literatur

- Barron, G.S.: The Genera of *Hyphomycetes* from Soil.  
Wilkins, Baltimore, 1968.
- Breed, R., Murray, E. u. Smith, N: Bergey's Manual of  
Determinative Bakteriologie. Wilkins, Baltimore, 1957.
- Buchanan, R., Holt, I. u. Lessel, E: Index Bergeyana.  
Wilkins, Baltimore, 1966.
- Domsch, K.H., Gams, W. u. Anderson T: Compendium of Soil  
Fungi. Vol. 1 & 2. Academic Press, London, 1980.
- Fiedler, H.J. u.a.: Die Untersuchung der Böden. Band 1.  
Steinkopff - Dresden, 1964.
- Fiedler, H.J. u.a.: Die Untersuchung der Böden. Band 2.  
Steinkopff - Dresden, 1965.
- Fiedler, H.: Methoden der Bodenanalyse. Bd. 2 - Mikrobiolo-  
gische Methoden. Steinkopff - Dresden, 1973.
- Franz, G.: Die Mikroflora einiger Standorte im Leithagebirge.  
Ber.Öst.Akad.Wiss.Wien, Bd. 169, p.102-198, Wien, 1960.
- Gams, W.: Cephalosporiumartige Schimmelpilze. Fischer,  
Stuttgart, 1971.
- Gilman, J.C.: A Manual of Soil Fungi. Iowa State College  
Press, Iowa, 1957.
- Gisin, H.: Nouvelles contributions au démembrément des  
espèces d' *Onychiurus* (Collembola). Mitt.Schweiz.Ent.  
Ges. XXIX, 4, p.329-352, 1956.
- Gisin, H.: Collembolenfauna Europas. Genève, 1960.

- Gruber, P.: Zusammenhänge zwischen Klimaunterschieden, Bodenchemismus und Bodenwasserhaushalt auf Lockersedimentböden des Wiener Raumes. Mitt.Österr.Bodenk.Ges.Wien H.17, p. 3-123, 1973.
- Haybach, G.: Beitrag zur Collembolenfauna Österreichs. Verh. Zool.Bot.Ges.Wien, Bd. 100, p. 69-73, 1960.
- Haybach, G.: Zur Collembolenfauna der Pasterzenumrahmung im Glockergebiet (Hohe Tauern). Verh.Zool.Bot.Ges.Wien, Bd. 110/111, p. 7-36, 1971/72.
- Haybach, G.: Über einige Collembolen aus dem Berninagebiet. Mitt.Schweiz.Ent.Ges. 53, p. 321-325, 1980.
- Janke, J. und Dickscheit, R.: Handbuch der mikrobiologischen Laboratoriumstechnik. Steinkopff - Dresden, 1967.
- Loub, W.: Die mikrobiologische Charakterisierung von Bodentypen. Die Bodenkultur, Bd. 11, p. 38-70, 1960.
- Loub, W.: Bodenmikrobiologie einiger Böden des Marchfeldes. Führer zur ÖBG-Exkursion Wien, 1982.
- Loub, W. u. Haybach, G.: Jahreszyklische Beobachtungen der Mikroflora und Mikrofauna von Böden im südlichen Wienerwald. Rev.Ecol.Biol.Sol. , T.IV, 1, p. 59-80, 1967.
- Nestroy, O.: Jahreszyklische Schwankungen des Wassergehaltes in zwei niederösterreichischen Lössböden. Mitt.Österr.Bodenkd.Ges., Heft 5, p. 43-55, 1961.
- Palissa, A.: Apterygota. In: Die Tierwelt Mitteleuropas, Insekten, 1. Teil. Leipzig 1964.
- Pochon, J.: Manuel Technique d'Analyse Microbiologique du Sol. Masson, Paris, 1954.

- Raper, K.B. u. Thom, Ch.: A Manual of *Penicillia*. Wilkins, Baltimore, 1949.
- Stach, J.: The Apterygotan Fauna of Poland in Relation to the World Fauna of this Group of Insects. Lfg. 1-8. Kraków, 1947-1956.
- Steinhauser, F.: Klimatographie von Österreich. Springer, Wien, 1960.
- Thun, R.: Die Untersuchung von Böden. Neubearb.v.Herrmann, R. u. Knickmann, E. (3.Aufl.). Neumann Verl., Radebeul, 1955.
- Zycha, H., Siepman, R. u. Linnemann, G.: Mucorales. Cramer, Hann. München, 1969.

Anschrift der Verfasser: Dr. Gabriele Haybach  
Univ.-Prof. Dr. Walter Loub  
Institut für Bodenforschung und  
Baugeologie  
Universität für Bodenkultur  
Gregor-Mendel-Straße 33  
1180 Wien

## KURZFASSUNGEN DER VORTRÄGE

Bericht über die Arbeitssitzung und Exkursion in München vom 15.-17.9.1982 mit dem Thema: "Alpine Böden aus Carbonatgesteinen - Klassifikation und Nomenklatur"

von W. K i l i a n

(Vortrag, gehalten am 3.11.1982)

Die von der V. Kommission der DBG im September 1982 abgehaltene Veranstaltung war kalkalpinen Humusböden und Humusformen gewidmet, einem Bereich, der nach Auffassung der deutschen Kollegen bisher vernachlässigt wurde, nun aber zunehmend an Bedeutung gewinnt.

Schwerpunkt war die Präsentation eines von einer Arbeitsgruppe der DBG unter Prof. Mückenhausen erarbeiteten Entwurfes zur Systematik und Ansprache der Humushorizonte, Humusformen und der darauf aufbauenden Humusböden. Die Schwestergesellschaft der Schweiz und Österreichs waren eingeladen, ihre Vorstellungen und derzeit gültigen Systeme vorzutragen und die Konzepte der DBG kritisch zu diskutieren, wozu eine Exkursion auch am Objekt Gelegenheit gab. Da derzeit auch die Schweiz um eine normierte Bodenaufnahme bemüht ist und in Österreich eine Überarbeitung der in "Heft 13" niedergelegten Systematik heransteht, wäre der gegenwärtige Zeitpunkt für eine nomenklatorische Abstimmung wenigstens im deutschsprachigen Raum günstig.

Deutlich ist ein Trend zur feineren Aufgliederung der Horizonte zu erkennen.

Vorerst wurde ein in dieser Richtung extremes Konzept von BOCHTER (Bayreuth) vorgestellt. Die Horizontfolge einer 30 cm mächtigen Humusaufgabe nach diesem System mag als Beispiel für sich sprechen:

Ln-Lv-Lpa-Ofpa-Ofko-Ohre-Ohko1-Ohko2-Ohko3-Ohhko.

Diese verwirrende Differenzierung ist für die Feldaufnahme wohl wenig praktikabel und wird auch von der DBG abgelehnt. Doch sind die diagnostischen Horizonte sehr klar und in ihrer vertikalen Abfolge gesetzmäßig durch chemische Kenndaten unterschieden. Eine einfache Probennahme als  $O_f$  und  $O_h$  würde hier zu Fehlern führen, welche vielleicht die Ursache der oft unbefriedigenden Wertestreuung bei Humusanalysen sind.

Im offiziellen Entwurf der DBG wird ebenfalls eine Reihe von Subhorizonten angeboten, ihre Verwendung aber nicht verbindlich vorgeschrieben. Interessant erscheint der neu geschaffene Horizont Ohm für den oft schwer zuordenbaren Übergang zwischen  $O_h$  und A.

Unter dem Aspekt der EDV-Auswertbarkeit wird angestrebt, den Boden allein durch Symbole zu definieren und auf verbale Beschreibung möglichst zu verzichten.

Die Quantifizierung der Unterscheidungsmerkmale ist ebenfalls erklärtes Ziel der DBG. Allerdings sind dem durch die Überprüfbarkeit im Gelände Grenzen gesetzt.

Eine charakteristische Abfolge von Humushorizonten ergibt die "Humusformen" (entsprechend den österr. Humustypen). Sie sind im deutschen Entwurf ebenfalls klar definiert, z.B. "Oliotangel" = "L-Of-Oh-Ohm; L+O >15 cm, Ohm >5 cm und <1/3 der gesamten Auflage".

Als neues Kriterium wurde weiters die Flächendeckung - ähnlich wie in der Pflanzensoziologie - eingeführt.

Terrestrische Humusauflagen von mehr als 30 cm sollen sinn- gemäß wie die Moore als eigener Bodentyp ausgeschieden werden.

Die Bodentypen auf Carbonatgestein weichen auch im neuen Entwurf von der österreichischen Nomenklatur ab. So ist Rendzina als A-C-Boden mit  $\leq 30\%$  Org. Substanz definiert;

eine mullartige Rendsina österreichischer Nomenklatur wäre ein "Lithosol mit Mesotangel" (in der Schweiz ein "Humuskarbonatboden").

Wenn auch der deutsche Entwurf für uns ungewohnt und sehr weit differenziert erscheinen mag, so besticht er durch seine innere Konsequenz und legt manche Schwachstelle früherer bzw. anderer Systeme offen.

Die Veranstaltung, deren Fortsetzung im gleichen Teilnehmerkreis in naher Zukunft geplant ist, könnte ein Impuls für die ÖBG sein, sich ebenfalls eingehender mit der Beschreibung von Humus und Humusböden zu befassen.

#### Schwermetalle im System Boden - Pflanze

von J. G u s e n l e i t n e r

(Vortrag, gehalten am 1.12.1982)

Schwermetalle als Spuren- oder Mikronährelemente wie z.B. Eisen, Mangan, Zink, Kupfer oder Molybdän sind dem Pflanzenbauer schon lange bekannt. Die Frage lautet meistens, ob jene genügenden Mengen im Boden vorhanden sind, die ein optimales Pflanzenwachstum bewirken. Hohe Erträge und der Einsatz ballastarmer Volldünger führen dazu, daß noch heute bei manchen Böden eine optimale Versorgung mit Spurennährstoffen nicht gegeben ist. Andererseits wird die Frage der Schwermetalle in unseren pflanzenbaulich genutzten Böden in neuester Zeit sehr aktuell, da bedenkliche Anreicherungen in Böden und Pflanzen nach fortgesetztem Einsatz von Siedlungsabfällen eintreten können. Über die Siedlungsabfälle werden aber nicht nur essentielle Spurennährstoffe in überhöhtem Maße auf die Böden ausgebracht, sondern darüberhinaus besteht auch die Gefahr, daß toxisch wirkende Metalle in das agrarische Ökosystem eingeschleust werden.

Betrachten wir die Schwermetalle - es sind jene Metalle, deren spezifische Gewichte über 5 liegen - in Hinblick auf ihre biologische Bedeutung in den agrarischen Ökosystemen, so müssen wir sie in 4 Gruppen einteilen:

1. Essentielle Schwermetalle für Pflanzen, Tier und Mensch, nämlich Eisen, Mangan, Kupfer, Zink, Molybdän und Kobalt.
2. Essentielle Schwermetalle für Tier und Mensch, welche über die Pflanzen in die Nahrungskette eingeschleust werden, wie Chrom und Nickel.
3. Bisher für alle Organismen schon in geringen Mengen als toxisch angesehene Schwermetalle, etwa Cadmium, Blei, Quecksilber, Thallium oder Arsen.
4. Schwermetalle mit noch ungeklärter Bedeutung, z.B. Osmium oder Silber.

Im Gegensatz zu den Makroelementen kann der Eintrag von bereits geringen Mengen an Schwermetallen sich nachteilig auf das Pflanzenwachstum auswirken. Das heißt, Schwermetalle sind Spurenstoffe, die in ihrer Wirkung sowohl in positiver Hinsicht als Mikronährelemente als auch hinsichtlich ihrer Toxizität von ganz geringen Konzentrationsänderungen abhängig sind. Die Wirkung im System Boden - Pflanze wird aber noch dadurch beeinträchtigt, daß unterschiedliche Bodenarten zu einer unterschiedlichen Verfügbarkeit führen können, und auch die Reaktion verschiedener Pflanzenarten auf die im Substrat angebotenen Schwermetallmengen sehr unterschiedlich ist. Eine sehr enge Zusammenarbeit zwischen Bodenkunde und Pflanzenbau wird in Zukunft erforderlich sein, um exakte Aussagen über das Verhalten der Schwermetalle im System Boden - Pflanze zu bekommen.

Schwermetalle in Böden Oberösterreichs und  
deren analytische Erfassung  
von K. A i c h b e r g e r  
(Vortrag, gehalten am 1.12.1982)

Im Rahmen der heute aktuellen Problematik der Verwertung und planmäßigen Wiedereingliederung von Siedlungsabfallstoffen in den Produktionsprozeß, erlangte das Wissen um die Schwermetallgrundbelastung der landwirtschaftlichen Kulturböden zunehmend an Bedeutung. An Hand zufällig ausgewählter Stichproben (n = 520) aus den zur routinemäßigen Nährstoffuntersuchung angelieferten Bodenproben Oberösterreichs und verschiedener, mehrere Bodentypen umfassende Profile, wurde der sogenannte Normalgehalt und die Verteilung der Schwermetalle Kupfer, Zink, Nickel, Chrom, Blei und Cadmium untersucht. Die Bestimmung der Elemente erfolgte mittels AAS nach einem Königswasseraufschluß der Bodenproben. Der Schwermetallgehalt der Böden variierte bei Zn von 32 - 220 ppm, Cu 4 - 82 (max. 240) ppm, Ni 2 - 117 ppm, Cr 5 - 128 ppm, Pb 5 - 131 ppm und Cd 0,07 - 2,4 ppm, wobei nur von 3,5% der Proben die Toleranzgrenzen für Ni, Cr bzw. Pb überschritten wurde. In 95 % der Proben lagen die Schwermetallgehalte (Ausnahme Ni!) unterhalb den halben, maximal tolerierbaren Konzentrationen.

Die Böden der 4 geomorphologischen Landschaftseinheiten Oberösterreichs (Kristallin der Böhmisches Masse, eiszeitliches Deckenschotter- und Terrassengebiet, Schlierhügelland, Kalk- und Flyschzone) zeigten größtenteils gesicherte Unterschiede in ihren Schwermetalldurchschnittswerten. Sie bestätigten damit die Abhängigkeit des Schwermetallgehaltes der Böden vom geologischen Ausgangssubstrat. In der Regel wies die Kalk-Flyschzone die höchsten Grundlevels auf, gefolgt vom Deckenschotter-Terrassengebiet.

Die Böden des Schlierhügellandes und Kristallins sind der Untersuchung zufolge am geringsten mit Schwermetallen belastet.

Korrelationsberechnungen ergaben durchwegs positive Beziehungen zwischen den Elementen, aber nur einen losen Zusammenhang mit dem Ton- und Schluffgehalt der Böden. Zn, Pb und Cd korrelierten signifikant positiv ( $r = + 0,32$  bis  $+ 0,70$ ) mit der org. Substanz.

Die Ergebnisse der Erhebungsuntersuchungen wurden durch den gesicherten Zusammenhang zwischen dem Cu-, Zn-, Ni- und Cr-Gehalt der Krume und dem des Ausgangsmaterials bei den Profilanalysen bestätigt. Während die genannten Schwermetalle relativ gleichmäßig in den Bodenhorizonten verteilt waren (keine tendenziellen Zu- oder Abnahmen), folgten Pb und Cd der Verteilung der org. Substanz. Das korrelative Verhalten der Schwermetalle untereinander sowie gegenüber einigen allgemeinen Bodenkenndaten wird diskutiert.

Schwermetalle im Pflanzenbau  
von A. K ö c h l  
(Vortrag, gehalten am 1.12.1982)

Das Vermögen, Schwermetalle in viel geringeren Konzentrationen als früher analytisch zu erfassen, und die über Luftverunreinigung und Siedlungsabfälle zumindest lokal gestiegene Gefahr ihrer unzulässigen Anreicherung in Boden und Pflanze verleihen der Schwermetallproblematik im Pflanzenbau erhöhtes Gewicht. Zwar befaßt sich die Pflanzenernährungslehre bzw. Düngepraxis schon lange mit einigen der 68 Elemente dieser Gruppe (z.B. mit Cu, Zn, Mn, Fe etc.), doch eben kaum mit jenen Metallen, die eine positive Beziehung zum Pflanzenwachstum oder der Qualität von er-

zeugten Früchten nicht erkennen lassen bzw. für deren allenfalls nützliche Funktion stets die natürlichen Gehalte des Bodens ausreichen. Der Veranlassung entsprechend interessiert gegenwärtig die Dosis-Wirkungsbeziehung von Schwermetallen auch weniger im Bereich des Übergangs von der Normal- zur Mangelversorgung als vielmehr im Grenzabschnitt zur Überschusssituation.

Als Immissionsquellen für die Schwermetallbelastung des Systems Boden-Pflanze kommen im wesentlichen in Betracht:

- 1.) Die Schwermetallfracht der Luft, welche hauptsächlich von der Metallverhüttung, den Feuerungsanlagen (Kohle und Heizöl), Müllverbrennungsanlagen und Abgasen des Straßen- und Flugverkehrs herrührt. Greift man aus der Reihe der enthaltenen Schwermetalle das Cadmium, welches wegen seiner hohen Mobilität und Giftwirkung besondere Aufmerksamkeit verdient, heraus, so läßt sich für dieses Element aus der Immissionsquelle "Ab-luft" nach Schätzung verschiedener Autoren ein Cd-Eintrag von 2-27 Gramm je ha und Jahr angeben (sofern der im Ausland diskutierte Grenzwert für den Staubb-niederschlag von  $7,5 \mu\text{g Cd/m}^2/\text{Tag}$  als Obergrenze eingezogen wird).
- 2.) Die Siedlungsabfälle in Form von Klärschlamm oder Müllkompost. Bezogen auf die Gesamtfläche des landw. genutzten Landes ist der Eintrag zwar gering (etwa 0,1 - 1 g Cd/ha/J), bei ausschließlicher Berücksichtigung der tatsächlich betroffenen Flächen im Nahbereich von Kläranlagen bzw. Ballungsräumen jedoch verhältnismäßig hoch: bis 35 g Cd/ha/J, wenn die Abfallausbringung auf 3,5 t TM/ha/J und die Cd-Gehalte in der TM auf 10 ppm limitiert werden; die diesbezügl. Grenzen in der Schweiz gestatten einen Eintrag von 75 g Cd/ha/J. (Eine unkritische Schlammauswahl könnte auch 940 g Cd-Eintrag zur Folge haben, wie eine Reihenuntersuchung von Klärwerken gezeigt hat).

3.) Produktionsmittel, wie Pflanzenschutzpräparate (vorwiegend Cu und Zn) und Düngemittel (Cd-Eintrag über P-Dünger: im Mittel 3 g/ha/J; Spanne je nach Düngertyp und -menge zwischen 0,5 und 9 g/ha/J).

Zum Vergleich sei erwähnt, daß der natürliche Cd-Gehalt des Bodens im Durchschnitt bei 650 g/ha liegt und der Austrag über Pflanze und Auswaschung lediglich mit 1,5 g Cd/ha/J beziffert werden kann.

Der Schwermetalleintrag aus verunreinigter Luft liegt außerhalb der unmittelbaren Einflusssphäre des Pflanzenbauers, er kann auf überhöhten Staubbiederschlag nur durch spezielle Nutzung reagieren (z.B. durch Anbau von Pflanzen mit geringer Aufnahmebereitschaft für Schwermetalle). Hingegen kann er bei den Produktionshilfsmitteln und Siedlungsabfällen das Ausmaß der Immission zumindest teilweise steuern.

Zu den beiden letztgenannten Belastungsquellen (Klärschlamm, P-Dünger) liegen einige Ergebnisse aus laufenden Untersuchungen der Landw.-chem. Bundesanstalt über die Auswirkung von längerfristigen Schwermetallanreicherungen des Bodens auf die Gehalte in der Pflanze bzw. im Erntegut vor. Klärschlamm üblicher Zusammensetzung wurde unter Feldbedingungen in Mengen angewandt, wie sie bei Jahresraten von 2,5 t TM/ha erst nach einem Zeitraum von 45 Jahren in den Boden gelangen. Außerdem wurden diesem Schwermetalleintrag entsprechende Mengen auf separaten Prüfparzellen in Form leicht löslicher Salze aufgebracht. Den derzeit vorliegenden Analyseergebnissen zu den Elementen Cu, Zn, Mn, Fe, Co, Mo und Cd ist folgendes zu entnehmen:

1.) Ein deutlich erhöhter Schwermetallübergang vom Boden in die Pflanze kann bei den Elementen Zink, Molybdän und Cadmium beobachtet werden. Das Ausmaß erhöhter Aufnahme hängt allerdings stark von den Reaktions-

verhältnissen des Bodens ab: Die Mehraufnahme von Zink und Cadmium wird mit steigendem pH-Wert verringert, jene von Molybdän dagegen erwartungsgemäß erhöht. Die Manganaufnahme sinkt (in Übereinstimmung mit Literaturergebnissen) trotz beachtlicher Mn-Zufuhr über Klärschlamm in allen Fällen merklich unter das Kontrollniveau (Ionenantagonismus).

- 2.) Die einzelnen Kulturarten bieten unterschiedliche Voraussetzungen für das vermehrte Eindringen der Schwermetalle in die Nahrungskette. Von fünf getesteten Arten (SW, SG, ZR, Mais und Erbse) war die Anreicherung des Pflanzenaufwuchses mit Zink bei Mais am höchsten (Verdoppelung der natürl. Gehalte), mit Molybdän bei Erbse (Gehaltsverdreifachung) und mit Cadmium bei Sommerweizen (Erhöhung auf das Vierfache des Grundgehaltes).
- 3.) Die Einwanderung der Schwermetalle in das Korn bleibt in der Regel hinter der Aufnahme in die vegetativen Pflanzenorgane zurück. Lediglich bei Zn verteilen sich die Entzüge zu gleichen Teilen auf Korn und Restpflanze.
- 4.) Dem derzeit vorliegenden Datenmaterial zufolge überschreitet die Anreicherung der Schwermetalle im Erntegut in keinem Fall zulässige Höchstgehalte. Eine gewisse Grenznähe zeichnet sich ab, wenn die Reaktionsverhältnisse des Bodens die Mobilität der Elemente begünstigen und zudem Kulturarten mit hoher Aufnahmebereitschaft angebaut werden. Es empfiehlt sich daher, auf sauren und leichten Standorten nicht oder nur unwesentlich größere Schlammengen auf Dauer aufzubringen als dies im gegenständlichen Versuch geschehen ist (112 t TM/ha). Eine Überschreitung sollte zumindest nicht ohne begleitende Kontrolle des Belastungsgrades durch eine Boden- und/oder Pflanzenanalyse erfolgen.

- 5.) Eine unabhängig von obiger Fragestellung eingeplante Behandlung, in welcher dem Boden 2 ppm Cd als  $\text{CdSO}_4$  zugesetzt wurde, hat ergeben, daß der Toleranzwert für das Getreidekorn (= 0,1 ppm) unter den sauren Standortsbedingungen in Zwettl bei Sommergerste um 80 % und unter den alkalischen Reaktionsverhältnissen in Fuchsenbigl um 8 % überschritten wird. Dieser Befund spricht für eine Reduktion des Cd-Grenzwertes für Böden von 3 auf 2 ppm.

Was die Überprüfung der Cd-Belastung durch P-Dünger anlangt, so wurden in einer Dauerversuchsreihe (Laufzeit 18 Jahre)  $\text{P}_2\text{O}_5$ -Mengen angewandt, wie sie bei Unterstellung einer üblichen Jahresgabe von 50 kg  $\text{P}_2\text{O}_5$ /ha/J ( $\emptyset$ -Aufwand in Österreich = 38 kg  $\text{P}_2\text{O}_5$ /ha/J) erst nach 144jähriger Düngepraxis auf das Feld gelangen. Erste Analyseergebnisse vom Sommergerstenkorn des Versuchsfeldes in Zwettl (sauer) zeigen eine Veränderung des Cd-Gehaltes nur auf der analytisch unverlässlichen dritten Kommastelle, indem die Werte von 0,023 ppm (= Ergebnis der langjährig ungedüngten Kontrolle) auf 0,026 ppm Cd in der TS gestiegen sind. Diese Erhöhung ist unter Berücksichtigung des Grenzwertes von 0,1 ppm vernachlässigbar klein.

Abschließend bleibt festzustellen, daß Schwermetalle im Pflanzenbau keine zu verallgemeinernde Gefahr für das Pflanzenwachstum oder die Bekömmlichkeit von Nahrungsmitteln darstellen, daß aber im Umland von Ballungsräumen und Schadstoffemittenten sowie bei landwirtschaftlicher Verwertung von Siedlungsabfällen (insbesondere, wenn diese im Nahbereich von Städten vorgenommen wird) die Schwermetalleinträge sorgsam verfolgt und kontrolliert werden sollten. Dies umso mehr, als in siedlungsnahen Gebieten der Feldgemüsebau

verbreitet ist und die Nutzung vegetativer Pflanzenorgane (Blattgemüse) den Übertritt der Schwermetalle in die Nahrungskette begünstigt.

Zur mikrobiologischen Charakterisierung natürlicher und bewirtschafteter Böden  
von W. L o u b  
(Vortrag, gehalten am 16.3.1983)

In der Einleitung wurden die Möglichkeiten der biologischen Wassergütebeurteilung und ihrer Übertragung auf terrestrische Standorte erläutert. Auch der Boden sollte durch bestimmte Organismengemeinschaften, deren Leistungen, Massentwicklung und Artenbestand charakterisiert werden. In diesem Bemühen wurden die Böden bzw. Bodentypen zu mikrobiologisch-ökologischen Gruppen zusammengefaßt und die sieben wichtigsten von ihnen besprochen.

Die erste dieser Bodengruppen umfaßte seichtgründige, xerotherme Standorte mit Rendsinen, Rankern sowie seichtgründigen Tschernosemen und Paratschernosemen. Die zweite Gruppe umschloß tiefgründigere Tschernoseme und Paratschernoseme. Eine starke sommerliche Austrocknung, die aber in den Böden der zweiten Gruppe nicht bis zum C-Horizont reichte, war charakteristisch. Zur dritten Gruppe gehörten die wechselfeuchten Böden, wie Pseudogleye mit einer relativ schwachen Austrocknung in den obersten Schichten und zeitweise anaeroben Verhältnissen in den tieferen Mineralhorizonten. Bei der vierten Gruppe handelte es sich um A-B-C-Böden, die ganzjährig keinen Wassermangel zeigten, dafür aber meist niedrigere pH-Werte und mäßige bis schlechte Nährstoffversorgung. Die Gruppe kann noch in sandige und bindige Varianten unterteilt werden und ist

für den humiden Klimabereich charakteristisch. Die fünfte Gruppe entspricht den grundwasserbeeinflussten Böden, wie Auböden, Gleye und Moore. Hier herrschen oft schon in wenigen Zentimetern Tiefe anaerobe Verhältnisse. Der Chemismus ist recht unterschiedlich. Die Salzböden bilden die Gruppe 6. Sie zeigen außer Grundwasserbeeinflussung und sommerlicher Austrocknung hohe Salzgehalte und sind außerdem für die Mikroben durch hohe Natriumsättigung schädlich. Bei der siebenten Gruppe, den alpinen Böden, handelt es sich meist um seichtgründige Bildungen, die oft viel organische Substanz enthalten und meist niedrige pH-Werte aufweisen. Langzeitige Schneebedeckung und extremer Temperaturwechsel im Sommer sind weite Charakteristika von eminenter ökologischer Bedeutung.

Die mikrobiologische Untersuchung zeigt bei den Böden der ersten und zweiten Gruppe eine starke sommerliche Massentwicklungsentwicklungsdepression, die bis in etwa 40 cm Tiefe reicht. Die zahlreichen xerotherm-resistenten Mikrobenformen erinnern oft an die mediterrane Bodenmikroflora. Die physiologischen Gruppen (Mikroben des Stickstoffkreislaufes und der Zellulosezersetzung) sind vom Bodenchemismus abhängig. Dies gilt auch für die anderen Bodengruppen. Die obersten Schichten der Böden der Gruppe 3 zeigen nur eine schwache sommerliche Depression der Gesamtkeimzahl. Ihr Artenbestand an Mikroben entspricht dem meist niedrigen pH-Wert. Die Keimzahlen in den Standorten der Gruppe 4 lassen nur eine langdauernde sommerliche Maximalentwicklung erkennen. In bindigen Horizonten der Gruppe 4 ist die Aktivität besonders gering. Im Humushorizont dieser Böden können die Pilze dominieren. Die Gruppe 5 zeigt eine Hemmung der Mikrobenentwicklung durch anaerobe Verhältnisse, die aber besonders in den Auböden oft nicht sehr extrem sind. In letzteren wirkt sich auch ein entsprechender Kalkgehalt für die Bakterien günstig aus. In den Standorten der Gruppe 6 hat der Salzgehalt geringe Keimzahlen und eine

Dezimierung der Bodenpilze auf wenige Arten zur Folge. Die alpinen Böden der Gruppe 7 zeigen nur im Sommer halbwegs hohe Keimzahlen und eine kurzzeitige stärkere Entwicklung der physiologischen Gruppen. Dann können in ihnen auch die mikroskopischen Pilze mit einer ganz charakteristischen Artenzusammensetzung dominieren.

Im zweiten Teil des Vortrages wurden die Kulturböden mit diesen "natürlichen" Böden verglichen und die Wirkung der Bewirtschaftungsmaßnahmen gezeigt. Die Wirkung von Bestandesumwandlung, Bearbeitung, Kalkung, Mineraldüngung, organischer Düngung, Bewässerung, Entwässerung und Biozidanwendung auf das mikrobielle Bodenleben wurde kurz besprochen. Aus den zahlreichen Einzelheiten können hier nur einige erwähnt werden. Die meisten Wirtschaftsmaßnahmen bedingten eine Verminderung jenes Artebestandes an Mikroben, der für den entsprechenden unbewirtschafteten Boden charakteristisch wäre. Düngung hatte meist eine Erhöhung der Gesamtkeimzahlen zur Folge. Auch gewisse physiologische Gruppen wurden zahlenmäßig gefördert. Biozide ließen eine negative oder keine Beeinflussung der Bodenmikroben erkennen. Allgemein kann gesagt werden, daß es möglich ist, durch Wirtschaftsmaßnahmen einen Bodentyp vom Standpunkt der Mikroben in einen anderen zu verwandeln; z.B. einen Paratschernosem in einen Tschernosem.

Neuere Entwicklungen auf dem Gebiet  
der Huminstoff-Analytik

von O.H. D a n n e b e r g

(Vortrag, gehalten am 16.3.1983)

Huminstoffe bilden den Hauptanteil der organischen Substanz von Böden und stellen damit Naturstoffe von äußerst weiter Verbreitung dar. Man schätzt die Menge an Huminstoff-

Kohlenstoff auf der Erdoberfläche mit  $18-21 \cdot 10^{14}$  kg; dem stehen Kohlenstoffmengen im atmosphärischen  $\text{CO}_2$  von  $7 \cdot 10^{14}$  und in der Biomasse von  $4,8 \cdot 10^{14}$  kg gegenüber. Der Anteil des Huminstoff-Kohlenstoffs am organischen Kohlenstoff der Böden wird mit 60-70% geschätzt. Der Rest verteilt sich auf Kohlenhydrate, Proteine, Peptide, Aminosäuren, Fette, Wachse und niedermolekulare organische Säuren. Man pflegt alle diese Stoffgruppen unter dem Begriff "Nichthuminstoffe" zusammenzufassen. Huminstoffe sind also immer mit Nichthuminstoffen vergesellschaftet. Aufgabe der Huminstoffanalytik muß es sein, die beiden Stoffgruppen analytisch zu trennen bzw. zu unterscheiden.

Während Huminstoffe Farbstoffcharakter besitzen und in verdünnter Lösung dem Lambert-Beer'schen Gesetz gehorchen, sind die mengenmäßig wichtigen Nichthuminstoffe normalerweise ungefärbt. Huminstoffpräparate beliebiger Herkunft lassen sich daher als Farbstoffpräparate betrachten, die mit unbekanntem Mengen ungefärbter Begleitstoffe verunreinigt sind. Ein solches Präparat zeigt eine spezifische Extinktion  $E_{1\text{cm}}^{1\%}$ , welche kleiner ist als die des reinen Farbstoffs. Wird der Gehalt an ungefärbten Begleitstoffen vermindert, so muß  $E_{1\text{cm}}^{1\%}$  fortschreitend ansteigen, bis bei vollständiger Abtrennung der Begleitstoffe der Wert des reinen Farbstoffes erreicht ist.

Zur Trennung von Huminstoffen und Nichthuminstoffen wird eine Chromatographie in halbpräparativem Maßstab an porenkontrolliertem Glas mit Porengrößen zwischen 100 und 300 Å vorgenommen. Im abfließenden Säuleneluat wird mit einem Durchflußphotometer die Extinktion bei 400 nm und mit einem Total Carbon Monitor die Kohlenstoffkonzentration in ppm gemessen. Daraus läßt sich für jeden beliebigen Punkt des Chromatogramms eine auf C bezogene spezifische Extinktion,  $E_{1\text{cm}}^{1\%C}$ , berechnen. Sie zeigt im Verlauf des

Chromatogramms regelmäßig die Ausbildung eines Maximums, welches in erster Näherung als die Stoffkonstante der "reinen" Huminstoffe betrachtet werden kann. Mit Hilfe dieser Stoffkonstanten kann die Extinktion in die zugehörige C-Konzentration der "Reinhuminstoffe" umgerechnet werden. Die Nichthuminstoffe ergeben sich als Differenz von Gesamt-C und "Reinhuminstoffe"-C. Aus der Auswertung der so umgerechneten Chromatogramme durch Integration enthält man also die vollständige Zusammensetzung der untersuchten Huminstoffsysteme, getrennt nach "Reinhuminstoffen" und begleitenden Nichthuminstoffen.

Die beschriebene Methode wurde an zwei Beispielen demonstriert, der Untersuchung des Huminstoffsystems aus einem Tschernosem (Marchfeld) und von Komposten aus verrotteten Traubenpreßrückständen. Als Stoffkonstanten von "Reinhuminstoffen" wurden gefunden: Für Fulvosäuren, Braunhuminsäuren und Grauhuminsäuren aus Tschernosem war  $E_{1\text{cm}}^{1\%C}$  E 129; 388 und 446. Für Fulvosäuren und Braunhuminsäuren aus Komposten ergab sich  $E_{1\text{cm}}^{1\%C}$  mit 87-94 und 123-179. Der Anteil der Nichthuminstoffe betrug bei Tschernosem 37%, bei den Komposten bis zu 66%.

Aufgaben und Arbeitsmethoden des  
Erd- und Grundbauingenieurs  
von O. P r e g l  
(Vortrag, gehalten am 20.4.1983)

Einleitend wurde auf die verschiedenen geotechnischen Aufgabenstellungen hingewiesen; dazu gehören der Entwurf und die Bemessung von Flach- und Tiefgründungen, die Untergrundverbesserung, die Herstellung von Stützbauwerken, der Entwurf von frostsicheren und ausreichend tragfähigen

Straßenfahrbahnen, die Bemessung von eingebetteten Rohren, der Entwurf von Staudämmen, die Beurteilung der Standsicherheit von Hängen und die Ausarbeitung von Sanierungsmaßnahmen für Kriech- und Rutschhänge, die Abdichtung von Mülldeponien u.a.

Im Rahmen des Vortrages wurde insbesondere auf das bei allen diesen Arbeiten gleichbleibende Ablauf- bzw. Arbeitsschema hingewiesen. Dieses besteht aus folgenden Schritten:

- o Einholen von Informationen u.a. über den Untergrund durch Bohrungen und Sondierungen;
- o Vereinfachung bzw. Schematisierung dieser Erkundungsergebnisse;
- o Festlegung von möglichen Varianten, Versagens- bzw. Schadensmöglichkeiten für diese Varianten und Nachweis, daß die entsprechenden Entwurfskriterien eingehalten werden;
- o Bauausführung;
- o Kontrollprüfungen.

In diesem Zusammenhang wurde schließlich auf die neue Sicherheits- bzw. Zuverlässigkeitstheorie hingewiesen, die nicht mehr - wie bisher üblich - bei der Bemessung von Bauwerken von der deterministischen, sondern von der probabilistischen Betrachtungsweise ausgeht. Das Versagen des Bauwerkes wird in diesem Falle durch eine bestimmte Eintrittswahrscheinlichkeit definiert. Dieser Gedanke sollte künftig mehr in den Vordergrund gerückt werden.

Tätigkeitsbericht  
der ÖBG über das Jahr 1982

I. Mitgliederbewegung

Stand	1.1.1982	1.1.1983
A-Mitglieder	47	46
B-Mitglieder	141	145
C-Mitglieder	24	23
Fördernde Mitglieder	7	8
	219	222

II. Veranstaltungen

27. Jänner 1982:

Generalversammlung: 1. Überreichung der Ehrenmedaille an HR.Dipl.-Ing.Dr.Herwig Schiller durch Präsidenten Doz.Dipl.-Ing.Dr.Franz Solar. 2. Genehmigung des Protokolls der letzten Generalversammlung. 3. Tätigkeitsbericht des scheidenden Präsidenten Doz.Dipl.-Ing.Dr.Franz Solar. 4. Kassenbericht durch den Schatzmeister HR.Dr.F.Stelzer. Erhöhung des A- und B-Mitgliedsbeitrages um S 30,- auf insgesamt 230,- bzw. S 150,- 5. Bericht der Rechnungsprüfer Dipl.-Ing.Karl Fischer und Dr.Augustin Bernhauser. Der Kassenbericht wurde von der Generalversammlung einstimmig angenommen. 6. Neuwahl des Präsidenten und der übrigen Vorstandsmitglieder. Für die Jahre 1982 und 1983 wurden gewählt:

- 1.) Präsident: Univ.Prof.Dr.W.E.H.Blum
- 2.) Vizepräsident: HR.Dipl.-Ing.Dr.W.Kilian
- 3.) Altpräsident: Doz.Dipl.-Ing.Dr.F.Solar
- 4.) Generalsekretär: HR.Dipl.-Ing.H.Hacker

- 5.) Schatzmeister: HR.Dr.F.Stelzer
- 6.) Schriftleiter: Doz.Dipl.-Ing.Dr.O.Nestroy
- 7.) HR.Dr.J.Gusenleitner
- 8.) MR.Dipl.-Ing.A.Geßl

Als weitere Vorstandmitglieder nur für das Jahr 1982 wurden gewählt:

Prof.Dipl.-Ing.Dr.W.Beck, HR.Dipl.-Ing.Dr.F.Blümel, Dipl.-Ing. Dr.E.Klaghofer, HR.Dipl.-Ing.A.Krabichler, Prof.Dipl.-Ing. Dr.H.Mayr, Doz.Dipl.-Ing.Dr.H.Müller, HR.Dipl.-Ing. Dr.F.Ornig.

Zu Kassenprüfern für das Jahr 1982 wurden vorgeschlagen und ernannt: Dr.Augustin Bernhauser, Dr.Adalbert Neuwirth.

Anschließend Vortrag von Univ.-Prof.Dr.U. SCHWERTMANN, Technische Universität München-Weihenstephan zum Thema: "Bodenerosion; Ursachen, Ausmaß und Vorhersage".

Weitere Vortragsveranstaltungen im Jahr 1982:

17. März 1982:

OR.Dipl.-Ing.Karl SCHNETZINGER zum Thema: "Faktoren der Bodenbildung und alpine Zonalität; der Bodentyp des Alpen Pseudogleys und der Gebirgsschwarzerde".

Ao. Univ.-Prof.Dipl.-Ing.Dr.Gerhard GLATZEL zum Thema: "Untersuchungen zum Bodenwasserhaushalt von Staublehm - Pseudogley - Waldstandorten im Südburgenland".

21. April 1982:

Univ.-Prof.Dr.Winfried E.H.BLUM zum Thema: "Neuere Entwicklungen in der Internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft - Bericht vom IBG-Kongreß in New Delhi, einschließlich bodenkundlicher Exkursionen."

---

14. und 15. Oktober 1982:

Exkursion der ÖBG durch das Marchfeld mit dem Thema: "Böden und Standorte des Marchfeldes".

An der Exkursion haben 69 Mitglieder teilgenommen.

1. Tag: Wien - Braunsberg (Übersicht) - Marchegg: Marchniederung (Auboden und Paratschernosem) - Oberweiden: Gänserndorfer Terrasse (Tschernosem) - Bockfließ.

2. Tag: Wien - Schönau: Zone der rezenten Mäander (Auboden und Tschernosem) - Eckartsau: Zone der rezenten Mäander (Forstprofile: Augley und Auboden) - Eckartsau - Fuchsenbigl: Praterterrasse (Tschernosem) - Zuckerforschungsinstitut Fuchsenbigl - Neuhof: Gänserndorfer Terrasse (Paratschernoseme) - Wien.

---

3. November 1982:

MR.Dipl.-Ing.Adolf STECKER zum Thema: "Die Böden des Marchfeldes und ihre Nutzung - Exkursionsnachlese".

HR.Dipl.-Ing.Dr.Walter KILIAN zum Thema: "Bericht über die Arbeitssitzung in München und Exkursion vom 15.-17.9.1982, alpine Böden aus Carbonatgesteinen - Klassifikation und Nomenklatur".

1. Dezember 1982:

HR.Dr.Josef GUSENLEITNER zum Thema: "Schwermetalle im System Boden-Pflanze".

Dipl.-Ing.Dr.Karl AICHBERGER zum Thema: "Schwermetalle in Böden Oberösterreichs und deren analytische Erfassung".

Dipl.-Ing.Arnold KÖCHL zum Thema: "Schwermetalle im Pflanzenbau".

### III. Veröffentlichungen

Heft 24 der Mitteilungen der ÖBG mit Beiträgen von O. NESTROY "Vorwort", F. SOLAR "Eröffnung", W. BECK "Einleitungsreferat", B. ULRICH "Stoffumsatz im Ökosystemtheoretische Grundlagen und praktische Schlußfolgerungen",

P. BENECKE und F. BEESE "Bodenstruktur und Stoffumsatz - Methodik der Erfassung bodenphysikalischer Parameter" und W. MÜLLER "Bodenbeurteilung und Bodenmelioration vor dem Hintergrund moderner physikochemischer und bodenkundlicher Erkenntnisse". Diese Vorträge wurden anlässlich einer von der Landwirtschaftlich-chemischen Bundesanstalt Linz gemeinsam mit der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft durchgeführten Veranstaltung in Linz am 24. April 1982 gehalten. Das Grundthema lautete: "Stoffumsatz am Standort".

Führer zur Exkursion (Geländefassung) durch das Marchfeld am 14. und 15. Oktober 1982 mit Beiträgen von O. NESTROY "Zur Geologie und Morphologie des Marchfeldes," F. STELZER "Standortsbeurteilung nach der Niederschlagswirksamkeit", O. HARLFINGER "Das Klima des Marchfeldes", A. STECKER "Die Böden des Marchfeldes", K. MADER "Die forstliche Standortskartierung der österreichischen Donauauen", Profilbeschreibungen der Bodenschätzung, Profilbeschreibungen der Bodenkartierung von K. SCHWARZECKER, Analysenergebnisse durchgeführt bei der Bundesanstalt für Bodenwirtschaft (A. KRABICHLER), dem Institut für Bodenforschung (W.E.H. BLUM), dem Institut für Standort der Forstlichen Bundesversuchsanstalt (W. KILIAN) und den Naturhistorischem Museum (NIEDERMAYR). Weitere Beiträge von E. KLAGHOFER "Bodenphysikalische Kenndaten", O. NESTROY "Vergleichende Betrachtungen über die bodenphysikalischen Kenndaten der Exkursionsprofile und Profile von Weikendorf und Schönfeld" sowie W. LOUB "Zur Mikrobiologie der Böden des Marchfeldes".

Heft 25 der Mitteilungen der ÖBG mit Beiträgen von H. RIEDL "Die Prägekraft des sozioökonomischen Strukturwandels auf Morpho- und Pedosphäre des subalpinen Lebensraumes", J. GUSENLEITNER, K. AICHBERGER und W. NIMMERVOLL "Die Wirkung

steigender Cadmiumgaben auf das Wachstum von Italienischem Raygras (*Lolium multiflorum*) in Abhängigkeit von der Bodenart" und E. LICHTENEGGER "Der Wärme- und Wasserhaushalt - ertragsbildende Faktoren in Abhängigkeit von der Seehöhe, dargestellt aus pflanzensoziologischer Sicht". Im Heft 25 sind ferner Kurzfassungen von folgenden Vorträgen enthalten: W.E.H. BLUM "Die Exkursionsprofile 1981 und ihre systematische Einordnung unter besonderer Berücksichtigung methodischer Ansätze", F. SOLAR "Der Wasser- und Wärmehaushalt des Bodens als zonales Phänomen - Charakteristik und Parameter", E. KLAGHOFER "Der Wasser- und Wärmehaushalt der Böden - beurteilt an bodenphysikalischen Kriterien", K. WEISE "Morphologischer und funktioneller Bodentyp", K. BEER "Fruchtarten- und standortsbezogene Düngung in der DDR", U. SCHWERTMANN "Bodenerosion durch Wasser", K. SCHNETZINGER "Faktoren der Bodenbildung und alpine Zonalität: Der Bodentyp des Alpenen Pseudogleys und der Gebirgsschwarzerde" sowie A. GESSL: "Tätigkeitsbericht 1981".

#### IV. Bericht des Schatzmeisters HR.Dr.F. STELZER über das Jahr 1982

##### Aktiva per 1.1.1982:

Guthaben bei der PSK	9.837,86
" " " I.Österr.Sparkasse	84.704,64
Kassenstand (bar)	<u>2.241,81</u>
	96.784,31

##### Einnahmen 1982:

Mitgl.Beitrag Ordentl.Mitglieder	42 096,-	
" " " Förd.	15 500,-	57.596,--
Förderung BMU		5.000,--
" SUGANA		4.300,--
Verkauf von Mitt.Heften		1.944,80
Zinsen bei I., PSK und Raika		5.462,58
Einnahmen bei der Exkursion		<u>27.400,--</u>
Summe Einnahmen		101.703,38

## Ausgaben 1982:

Druckkosten Heft 23/1981	38.880,--
" " Schwertmann	1.064,89
" " 24/1982 (Linzer Heft)	10.472,76
" Exkursionsführer 1982	4.049,34
Mitgliedsbeitrag ISSS	6.881,08
Zuschüsse	13.000,--
Porti	9.254,70
Betriebsausgaben (Schreib-u.Drucklöhne, Kuverts, etc.)	9.737,94
Autobuskosten für die Exkursion	<u>13.200,--</u>
Summe Ausgaben	106.540,71

Einnahmen - Ausgaben = Gebarungsabgang 1982      4.837,33

## Aktiva per 31.12.1982:

Guthaben bei der PSK	1.413,77
" " " RAIKA (Sparbücher)	87.308,91
" " " " (Konto)	772,40
Kassenstand (bar)	<u>2.451,90</u>
	91.946,98

## Saldovergleich 1.1.1982 - 31.12.1982:

Gebarungsabgang 1982      4.837,33

## V. Tätigkeit des Vorstandes

## 27. Jänner 1982:

Sitzung des Gesamten Vorstandes, Besprechung über den Ablauf der Generalversammlung und das Programm 1982.

17. März 1982:

Sitzung des Gesamten Vorstandes, Bericht des Präsidenten, Besprechung bezüglich Vorträge, Exkursion, Publikationen Finanzierung, Allfälliges.

21. April 1982:

Sitzung des Geschäftsführenden Vorstandes, Bericht des Präsidenten, Exkursionsprogramm 1982 - 83, Vortragsprogramm 1982 - 83, Publikationen, Allfälliges.

26. Mai 1982:

Arbeitssitzung: Besprechung über die Definition und Abgrenzung der Bodentypen Eurenidsina, Pararenidsina, Gebirgsschwarzerde, kalkhaltige Felsbraunerde und karbonatischer Braunlehm. Grundlage für den Vortrag von Dr. KILIAN auf der Tagung am 15. - 17.9.1982 in München.

14. Oktober 1982:

Sitzung des Vorstandes am 1. Tag der Exkursion durch das Marchfeld in Bockfließ. Festlegung des Vortragsprogrammes bis zur Generalversammlung 1983, Bericht des Präsidenten.

3. November 1982:

Sitzung des Geschäftsführenden Vorstandes, Bericht des Präsidenten, Bericht über die Vorarbeiten für die Exkursion 1983, Festlegung des Vortragsprogrammes, Besprechung über die in Arbeit befindlichen Veröffentlichungen, Kassenbericht.

1. Dezember 1982:

Sitzung des Gesamten Vorstandes. Bericht des Präsidenten. Festlegung der Termine für die Exkursion 1983 (14.-16.Sept.). Absprache über die Bodenprobenverarbeitung, Neubesetzung des Vorstandes für 1983, Bericht über die in Arbeit befindlichen Veröffentlichungen.

Als neue Mitglieder können wir begrüßen:

Ing. Christian K Ö H L D O R F E R (seit 9.7.1982)  
1200 Wien, Bäuerlegasse 26/11

Dipl.-Ing. Friedrich S C H N A B E L (seit 9.9.1982)  
5280 Braunau, Hammersteinplatz 21/1

Dipl.-Ing. Josef W A G N E R (seit 24.8.1982)  
3911 Rappottenstein, Oberrabenthan 3

Dipl.-Ing. Ernst W E G E R E R (seit 2.8.1982)  
1190 Wien, Billrothstraße 49/12

Mitteilungen  
der Österreichischen Bodenkundlichen Gesellschaft

- Heft 1* 1955, 46 Seiten  
 Janik, V.: Das Beispiel Ottensheim - ein Beitrag zur Bodenkartierung  
 Franz, H.: Zur Kenntnis der "Steppenböden" im pannonischen Klimagebiet Österreichs  
 Schiller, H.: Der Einfluß gestaffelter Jauchegaben auf einem Acker- und Wiesenboden
- Heft 2* 1956, 40 Seiten  
 Wagner, H.: Die Bewertung der Wasserstufen in der Bodenschätzung des Grünlandes  
 Schmidt, J.: Die Tonminerale burgenländischer Flugsandböden  
 Ehrendorfer, K.: Schnellmethoden zur näherungsweise Bestimmung der Bodenfeuchte
- Heft 3* 1959, 44 Seiten  
 Fink, J.: Leitlinien der quartärgeologischen und pedologischen Entwicklung am südöstlichen Alpenrand  
 Jaklitsch, L.: Zur Untersuchung oststeirischer Böden, insbesondere jener auf Terrassen des Ritscheintales  
 Lumbe-Mallonitz, Ch.: Untersuchungen über den Zurundungsgrad der Quarzkörner in verschiedenen Sedimenten und Böden Österreichs
- Heft 4* 1960, 58 Seiten  
 Reichart, J.: Untersuchungen über die Wirkung intensiver Gülledüngung auf Dauergrünland  
 Janik, V. und H. Schiller: Charakterisierung typischer Bodenprofile der Gjaidalm  
 Fink, J.: Bemerkungen zur Bodenkarte Niederösterreichs
- Heft 5* 1961, 55 Seiten  
 Barbier, S., H. Franz, J. Gusenleitner, K. Liebscher und H. Schiller: Untersuchungen über die Auswirkungen langjähriger Gemüsebaues auf den Boden bei mangelnder animalischer Düngung  
 Nestroy, O.: Jahreszyklische Schwankungen des Wassergehaltes in zwei niederösterreichischen Lössböden
- Heft 6* 1961, 189 Seiten  
 Exkursionen durch Österreich:  
 Franz, H.: Die Böden Österreichs  
 Blümel, F.: Das Bundesversuchsinstitut für Kulturtechnik und technische Bodenkunde in Petzenkirchen, NÖ und die Versuchsanlage in Purgstall

- Fink, J.: Der östliche Teil des nördlichen Alpenvorlandes
- Franz, H., G. Husz, H. Küpper, G. Frasl und W. Loub: Das Neusiedlerseebecken
- Fink, J.: Die Ortsgemeinde Moosbrunn als Beispiel einer Kartierungsgemeinde
- Franz, H., F. Solar, G. Frasl und H. Mayr: Die Hochalpenexkursion
- Fink, J.: Die Südostabdachung der Alpen
- Janeković, G.: Über das Alter und den Bildungsprozeß von Pseudogley aus pleistozänem Staublehm am südwestlichen Rand des pannonischen Beckens
- Heft 7* 1962, 46 Seiten  
Weidschacher, K.: Die Böden am Westrande des niederösterreichischen Weinviertels südlich Retz
- Heft 8* 1964, 72 Seiten  
Solar, F.: Zur Kenntnis der Böden auf dem Raxplateau
- Heft 9* 1965, 72 Seiten  
Mieczkowski, Z.: Untersuchungen über die Bodenzerstörung im niederösterreichischen Weinviertel
- Heft 10* 1966, 61 Seiten  
Ghobadian, A.: Salz- und Steppenböden des Seewinkels (Burgenland, Österreich); Charakteristik, Meliorationsergebnisse und bodenwirtschaftliche Aspekte
- Heft 11* 1967, 88 Seiten  
Messiner, H.: Pflanzenbauliche Beurteilung chemischer Bodenanalysen  
Müller, H. J.: Der Wasserhaushalt eines Pseudogleys mit und ohne künstliche Beregnung  
Nestroy, O.: Bodenphysikalische Untersuchungen an einem Tschernosem in Wilfersdorf (NÖ)  
Schiller, H. und E. Lengauer: Über den Kationenbelag und den Spurenelementgehalt in den Böden der IDV-Serie  
Solar, F.: Phosphatformen und Phosphatumwandlungsdynamik in Anmoorschwarzerden
- Heft 12* 1968, 79 Seiten  
Krapfenbauer, A.: Waldernährung und Problematik der Walddüngung  
Glatzel, G.: Probleme der Beurteilung der Ernährungssituation von Fichte auf Dolomitböden  
Symposium über die Untersuchung von Waldböden
- Heft 13* 1969, 95 Seiten  
Fink, J.: Nomenklatur und Systematik der Bodentypen Österreichs

- Heft 14 1970, 136 Seiten  
 Soltani-Taba, Ch.: Vergleich einiger Pararendsinaprofile des Steinfeldes im südlichen Inneralpinen Wiener Becken  
 Kazai-Mogadham, M.: Vergleich von Böden des Tschernosemtypus mit Auböden im südlichen Inneralpinen Wiener Becken
- Heft 15 1971, 139 Seiten  
 Exkursion der ÖBG am 16. u. 17. 10. 1970 in den Raum "Kärntner Becken nördlich und südlich der Drau"  
 Wilfinger, H.: Das Klima des südöstlichen Klagenfurter Beckens  
 Eisenhut, M., H. Müller, E. Prießnitz, H. Roth, A. Schrom und F. Solar: Die Böden
- Heft 16 1972, 110 Seiten  
 Riedmüller, G.: Zur Anwendung von Bodenkunde und Tonmineralogie in der baueologischen Praxis  
 Exkursion der ÖBG am 8. u. 9. 9. 1972 in den Pasterzenraum und in den Pinzgau:  
 Burger, R. und H. Franz: Die Böden der Pasterzenlandschaft im Glocknergebiet  
 Solar, F.: Die Böden des Raumes Großglockner - Zell am See  
 Schnetzinger, K.: Oberflächenvergleyung im Raum Zell am See
- Heft 17 1973, 123 Seiten  
 Gruber, P.: Zusammenhänge zwischen Klimaunterschieden, Bodenchemismus und Bodenwasserhaushalt auf Lockersedimenten des Wiener Raumes
- Heft 18/ 1977, 102 Seiten, vergriffen  
 19 Exkursion der ÖBG 1971: Böden des inneralpinen Trockengebietes in den Räumen Oberes Inntal und Mittleres Ötztal:  
 Solar, F., W. Rotter, H. Wilfinger und H. Heuberger: Böden des inneralpinen Trockengebietes in den Räumen Oberes Inntal und Mittleres Ötztal  
 Exkursion der ÖBG 1976:  
 Franz, H., A. Bernhauser, H. Müller und P. Nelhiebel: Beiträge zur Kenntnis der Bodenlandschaften des Nordburgenlandes
- Heft 20 1978, 86 Seiten  
 Mraz, K.: Neue Erkenntnisse auf dem Gebiet der Erforschung von Waldhumusformen unter besonderer Berücksichtigung der Grundprinzipien der Systematik  
 Klaghofer, E.: Stoffbewegung im Boden  
 Riedl, H.: Die Bodentemperaturverhältnisse am Südrand des Tennengebirges - ein Beitrag zum UNESCO-Programm Man and Biosphere

- Heft 21* 1979, 109 Seiten  
 Solar, F.: Die Talböden, ein allgemeiner Überblick  
 Blümel, F.: Regelung des Bodenwasserhaushaltes in Talungen  
 Holzer, K.: Praktische Durchführung von Meliorationen in der Oststeiermark  
 Schrom, A.: Standortkundliche und pflanzenbauliche Probleme der Talböden bei intensiver Ackernutzung durch Maisbau  
 Blasl, S.: Probleme der Maisernährung auf dränagierten Talböden  
 Ornig, F.: Möglichkeiten der Schaden-Ersatz-Berechnung  
 Stefanovits, O.: Umweltschutz im Spiegel der Bodenkunde  
 Cerný, V.: Einfluß der Bodenbearbeitung auf Boden und Ertrag unter den Standortbedingungen in der ČSSR
- Heft 22* 1980, 112 Seiten  
 Dudal, R.: Landreserven der Erde. Eine Weltbodenkarte  
 Blum, W.E.H.: System Boden - Pflanze und bodenkundliche Forschung  
 Kastanek, F. et al.: Zur Nomenklatur in der Bodenphysik, Teil 1  
 Nestroy, O.: Die Aktivitäten der Gesellschaft ab ihrer Gründung bis 1979
- Heft 23* 1981, 183 Seiten  
 Solar, F.: In memoriam Julius Fink  
 Solar, F.: In memoriam Bernhard Ramsauer  
 Gusenleitner, J.: Würdigung von Hofrat Dipl.-Ing. Dr. Herwig Schiller  
 Schleifer, H.: Direktor Dipl.-Ing. Dr. Franz Blümel zum 65. Geburtstag  
 Geßl, A.: Würdigung von Ministerialrat Dipl.-Ing. Adolf Stecker  
 Blum, W. E. H. und Sali-Bazze, M.: Zur Entwicklung und Altersstellung von Böden der Donau und Marchauen  
 Klug-Pümpel, B.: Phytomasse und Primärproduktion alpiner Pflanzengesellschaften in den Hohen Tauern  
 Stelzer, F.: Bioklimatologie der Gebirge unter besonderer Berücksichtigung des Exkursionsraumes 1981  
 Kurzfassungen der Vorträge

- Heft 24            1982, 116 Seiten  
 Aktuelle Probleme der landwirtschaftlichen Forschung,  
 8. Seminar: Stoffumsatz am Standort  
 Solar, F.: Eröffnung  
 Beck, W.: Einleitungsreferat  
 Ulrich, B.: Stoffumsatz im Ökosystem - theoretische  
 Grundlagen und praktische Schlußfolgerungen  
 Benecke, P. und Beese, F.: Bodenstruktur und Stoff-  
 umsatz - Methodik der Erfassung bodenphysikali-  
 scher Parameter  
 Müller, W.: Bodenbeurteilung und Bodenmelioration  
 vor dem Hintergrund moderner physikochemischer  
 und bodenkundlicher Erkenntnisse  
 Diskussion
- Heft 25            1982, 173 Seiten  
 Riedl, H.: Die Prägekraft des sozioökonomischen  
 Strukturwandels auf Mörpho- und Pedosphäre  
 des subalpinen Lebensraumes  
 Gusenleitner, J., K. Aichberger und W. Nimmervoll:  
 Die Wirkung steigender Kadmiumgaben auf das  
 Wachstum von Italienischem Raygras (*Lolium*  
*multiflorum*) in Abhängigkeit von der Bodenart  
 Lichtenegger, E.: Der Wärme- und Wasserhaushalt -  
 ertragsbildende Faktoren in Abhängigkeit  
 von der Seehöhe, dargestellt aus pflanzen-  
 soziologischer Sicht  
 Kurzfassungen der Vorträge
- Heft 26            1983, 165 Seiten  
 Exkursionsführer Marchfeld; Thema: Böden und  
 Standorte des Marchfeldes  
 Nestroy, O.: Zur Geologie und Morphologie des  
 Marchfeldes  
 Harlfinger, O.: Das Klima des Marchfeldes  
 Stelzer, F.: Standortsbeurteilung nach der Nieder-  
 schlagswirksamkeit  
 Stecker, A.: Die Böden des Marchfeldes  
 Mader, K.: Die forstliche Standortskartierung der  
 österreichischen Donauauen  
 Profilbeschreibungen  
 Klaghofer, E.: Bodenphysikalische Kenndaten  
 Nestroy, O.: Vergleichende Betrachtungen über die  
 bodenphysikalischen Kenndaten der Exkursions-  
 profile und Profile von Weikendorf und Schön-  
 feld  
 Blum, W.E.H. und H.W. Müller: Mineralogische und  
 bodenchemische Kennwerte ausgewählter Böden  
 des Marchfeldes

Blum, W.E.H.: Zum Nährstoffversorgungsgrad  
ausgewählter Böden im Raume des Marchfeldes  
Loub, W.: Zur Mikrobiologie der Böden des  
Marchfeldes  
Kartenbeilagen

1. Sonderheft der Mitteilungen der ÖBG (1978, 92 Seiten)  
Exkursionsführer südöstliches Alpenvorland;  
Thema: Landformung und Bodenbildung auf den Tal-  
böden des südöstlichen Alpenvorlandes (Standorts-  
und Meliorationsprobleme)
2. Sonderheft (1979, 126 Seiten)  
Exkursionsführer Ost- und Weststeiermark; Thema:  
Obstbau in der Steiermark - Standorte und Probleme
3. Sonderheft (1981, 199 Seiten)  
Exkursionsführer durch das Glocknergebiet und die  
Karnischen Alpen in Kärnten; Thema: Böden und  
Standorte in den Zentral- und Südalpen - Nutzungs-  
probleme des montanen und subalpinen Grünlandes

Die Hefte können zum Einzelpreis von S 100,- über die öster-  
reichische Bodenkundliche Gesellschaft, Gregor-Mendel-  
Straße 33, 1180 Wien, bezogen werden.

Der Autor trägt für den Inhalt seines Beitrages die  
Verantwortung.

Redaktionsschluß für Heft 29:

27. April 1984

*P. Haack*

Laborbedarf

- LABORMÖBEL
- EINRICHTUNGEN
- GERÄTE ZUR WASSER- UND ABWASSERUNTERSUCHUNG  
(BSB<sub>5</sub>, CSB, pH-O<sub>2</sub>-LF-MESSUNG, PROBENNEHMER usw.)
- GERÄTE ZUR BODENPROBENEHMUNG UND BODEN-  
UNTERSUCHUNG
- REAGENZIEN
- LABORGERÄTE

A-1096 WIEN · GARNISONGASSE 3  
☎ (0 22 2) 42 12 01, 43 46 06 · Tx 1 35917